HANDBUCH

DER LEHRE VON DEN GEWEBEN

DES MENSCHEN UND DER THIERE.

HANDBUCH

DER

LEHRE VON DEN GEWEBEN

DES

MENSCHEN UND DER THIERE.

UNTER MITWIRKUNG VON

J. ARNOLD, BABUCHIN, BIESIADECKI, F. BOLL, E. BRÜCKE, CHROBAK, EBERTH, TH. W. ENGELMANN, J. GERLACH, HERING, IWANOFF, J. KESSEL, E. KLEIN, W. KÜHNE, C. LANGER, v. LA VALETTE, LEBER, LUDWIG, SIGMUND MAYER, TH. MEYNERT, W. MÜLLER, OBERSTEINER, PFLÜGER, v. RECKLINGHAUSEN, A. ROLLETT, RÜDINGER, MAX SCHULTZE, F. E. SCHULZE, SCHWALBE, SCHWEIGGER-SEIDEL, L. STIEDA, C. TOLDT, E. VERSON, W. WALDEYER UND ANDEREN

HERAUSGEGEBEN

VON

S. STRICKER.

ERSTER BAND.

CAP. I—XXIX. (S. 1—664.)

MIT 230 HOLZSCHNITTEN.

LEIPZIG,

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1871.

Vorwort.

Kein Wissensgebiet wird durch so zahlreiche und so scharfe Beobachtungen ausgebaut, wie die Gewebelehre. Indem wir durch die Anwendung des Mikroskops das Netzhautbild vergrössern, verkleinern wir den auf einmal übersehbaren Raum und gewinnen so an Schärfe, was wir an Ausdehnung verlieren.

Bei feineren Beobachtungen steigern wir die Schärfe unserer Lichtempfindung noch in ungewöhnlichem Grade. Wir bringen unseren Körper in eine den Umständen entsprechende bequeme Lage, wir halten anderweitige störende Sinneseindrücke von uns ab und concentriren selbst die Lichtempfindung auf ein Auge; ja wir entlasten auch dieses von Nebenleistungen, wir drehen es nicht, wir accommodiren nicht; wir nehmen den Bulbus förmlich zwischen beide Hände, indem wir die Accomodation durch die Stellschraube, und die Drehung durch Verschiebungen des Objectträgers ersetzen.

Durch die Verbesserung der Mikroskope ist unser Terrain im Laufe des letzten Decenniums nicht nur mächtig verbreitert worden, es hat auch an Tiefe und an Klarheit in der Vertheilung der Lichter gewonnen.

Noch in einer Richtung schwillt unser Gebiet an. Die Gewebelehre erklimmt stetig die Höhe einer vergleichenden Wissenschaft.

Unter solchen Umständen wird es dem Einzelnen immer schwerer, das ganze Gebiet so abzutasten, als es für die Zwecke einer gewissenhaften Beschreibung nothwendig ist.

Von diesem Gesichtspunkte aus habe ich die Herausgabe des vorliegenden Sammelwerkes unternommen. Die Unterstützung, welche mir dabei durch die besten Fachgenossen unserer Zeit einerseits und durch die Rührigkeit des Verlegers andererseits zu Theil geworden ist, hat mich in die angenehme Lage versetzt, das Werk auch zu beenden.

Wenn wir nunmehr das Gefüge desselben überblicken, kann es uns nicht entgehen, dass es äusserlich nicht so glatt erscheint, als wenn es von einem Meister geschaffen wäre. An einzelnen Orten leuchten die Resultate jahrelangen Fleisses der Besten unserer Zeit hervor, und zuweilen wieder sind solche Knotenpunkte durch die Arbeit jüngerer Kräfte verbunden. Es fehlt aber die Tünche, mit der die Meister unseren Gewohnheiten entsprechend ihre Werke zu bedecken pflegen, um die Beiträge der Mitarbeiter, die schönen und die schwachen Bestandtheile, dem Auge des Beobachters gleichmässig zu entziehen.

Die Mitarbeiter werden bei einem solchen Rohbaue sicherlich keine Einbusse erleiden. Die Besseren nicht, weil Licht noch niemals durch weniger Licht verdunkelt worden ist, und die Jüngeren werden es auch nicht beklagen, dass ihre Theilnahme am Werke ersichtlich ist.

Es kann also nur noch gefragt werden, ob die Leser, und vor Allem, ob die Wissenschaft dabei etwas gewonnen haben. Beide Fragen fallen in eins zusammen; denn den Interessen der Leser kann doch nicht besser entsprochen werden, als wenn das, was ihnen geboten wird, den Forderungen der Wissenschaft am besten entspricht. Es bedarf aber füglich keines Beweises, dass die wahren Verhältnisse um so deutlicher an das Tageslicht treten, je mehr der Gebrauch der Schminke vermieden wird.

Wir können es uns nicht verhehlen, dass bei der Abfassung von Lehrschriften über die thierischen Gewebe der Farbentopf noch eine mächtige Rolle spielt. Unser Wissen auf diesem Gebiete ist ein musivisches, und wir gleiten bei der Darstellung gern mit dem Pinsel über das Mosaik hinweg.

Diese Procedur spielt auch noch in unserem Werke eine Rolle. Aber sie ist in dem Grade vermindert, als die einzelnen Capitel sich dem Charakter der Monographien nähern; sie wirkt auch insofern weniger nachtheilig, als das Ganze nicht von einer Manier durchdrungen ist.

Die Mannigfaltigkeit der Darstellungsweise ist nicht der geringste Vorzug unseres Werkes. Es rückt dadurch dem Ziele näher, das in Handbüchern angestrebt werden soll, nämlich ein Bild zu entwerfen von dem Zustande der Doctrin zu einer gegebenen Zeit. Ein solches Bild wird sich aber bis zu einer gewissen Grenze der Wahrheit um so mehr nähern, je mehr das Vorherrschen einer Individualität unterdrückt wird.

Die Mannigfaltigkeit der Darstellungsweise hat auch einen Uebelstand mit sich gebracht. Es haben verschiedene Mitarbeiter einander in nicht ganz unwesentlichen Fragen widersprochen. Dieser Uebelstand wird wohl nur diejenigen belästigen, welchen die Bequemlichkeit, mit der sie ihr Wissen einordnen, höher steht als die Wahrheit. Die Gelehrten aber, und diejenigen, die solche werden wollen, werden sicherlich damit einverstanden sein, dass ich einander widersprechenden Anschauungen Raum gegeben habe.

»Durch den Widerspruch wird der Geist der Prüfung genährt.«

S. Stricker.

Inhalt.

Einleitung.

Allgemeine Methodik.

Von

S. Stricker.

Das Mikroskop ist ein Hilfsmittel der Untersuchung. Wenn die Objecte zu klein sind, um bei der nöthigen Entfernung vom Auge hinreichend grosse Netzhautbilder zu geben, werden sie je nach Bedürfniss mit einem einfachen oder zusammengesetzten Mikroskope untersucht. Durch die Anwendung eines solchen Instrumentes ist übrigens das Terrain, auf welchem sich die Untersuchung bewegt, noch nicht bestimmt. Mikroskopie bezeichnet keine Doctrin, sondern eine Untersuchungsmethode, und zwar die feinste für terrestrische Objecte, weil unsere jetzigen Mikroskope die vollendetsten optischen Hilfsmittel sind.

Den umfassendsten Gebrauch hat man bis jetzt vom Mikroskope bei der Erforschung der Organismen gemacht. Die Lehre von dem feineren Baue oder dem Gewebe des Pflanzen- und Thierleibes und namentlich des letzteren ist zu einer selbständigen Doctrin geworden, ja es zweigen sich hier wieder bedeutende Unterabtheilungen ab. Die normalen und die durch abnorme Einflüsse veränderten oder so entstandenen Gewebe bilden bereits die Grundlage für zwei, wenn auch sehr eng verbundene Doctrinen, und jede derselben lässt sich wieder von zwei Gesichtspunkten fassen. Man kann Morphologie oder Biologie der Gewebe, oder wie es sich auch ausdrücken lässt, normale oder pathologische Gewebsanatomie oder Gewebsphysiologie treiben. Morphologie und Physiologie der Gewebe sind übrigens so innig mit einander verflochten, dass heute von einer Trennung beider noch nicht die Rede sein kann. Die Beobachtung der Lebenserscheinungen der Gewebe und das Experiment mit denselben führt uns zu mancherlei Erkenntniss der feinsten Architektonik, während uns umgekehrt die Ergründung des Gefüges die Schlüsse auf gewisse Lebenserscheinungen erleichtert.

Die Technik, welche sich in diesen beiden Gebieten geltend gemacht hat, ist jedoch eine verschiedene. Es bedarf anderer Hilfsmittel, wenn es sich

darum handelt, die Lebensvorgänge unter dem Mikroskope zu belauschen, eventuell zu beeinflussen, als wenn man bloss die Formen der Elementarbestandtheile kennen lernen will. Auch sind die Experimente, welche allenfalls unter dem Mikroskope angestellt werden, anderer Natur, wenn es sich um lebende Organismen, als wenn es sich um Leichen derselben handelt. Die Empfindlichkeit der ersteren gegen äussere Einflüsse macht noch auf dem mikroskopisch kleinen Raume und in Rücksicht auf die nothwendige Schonung des Instruments ein Experiment möglich, da wo uns abgestorbene Gewebstheile im Stiche lassen. Mit geringen Temperaturänderungen, mit schwachen elektrischen Strömen, mit wenig concentrirten Säuren kann man lebende Gewebe zu Veränderungen anregen. Will man aber das physikalische Experiment auf Leichen derselben beziehen, so bedarf es kräftigerer Einflüsse, die das feine Instrument oder der über demselben sitzende Beobachter nicht immer ertragen. Die grössere Empfindlichkeit der lebenden Organismen erfordert eine sehr zarte Behandlung derselben; sie erleichtert uns aber dafür das Experiment. Dem ist es auch zuzuschreiben, dass sich dieses erst in den letzten Jahren grössere Geltung verschafft hat; um die Zeit nämlich, als die Untersuchung lebender Gewebe grössere Dimensionen angenommen hat.

Man untersucht die Gewebe entweder in dem Lichte, welches sie von der Oberfläche reflectiren, oder in dem, welches sie durchlassen, im auffallenden oder durchfallenden Lichte. Im auffallenden Lichte kann jedes Object untersucht werden, vorausgesetzt, dass es genug Licht empfängt und genug reflectirt, und weiter vorausgesetzt, dass man das Object sowohl wie das Mikroskop fixiren kann.

Selbstverständlich muss das Instrument eine Einstellung möglich machen, da sich sonst nicht für alle in Betracht kommenden Fälle verwerthbare Netzhautbilder erreichen lassen. Auf starke Vergrösserung muss man übrigens im auffallenden Licht verzichten, weil diese einen sehr geringen Abstand zwischen Object und Linse erfordern, stark vergrössernde Linsen aber das Object decken und so dessen Beleuchtung beeinträchtigen. Es ist indessen denkbar, die Beleuchtung nach dem Principe des Augenspiegels anzubringen, und dann wäre die angedeutete Schwierigkeit überwunden.

Die Untersuchung im auffallenden Lichte gewinnt sehr viel bei directer Beleuchtung oder was noch viel besser ist, wenn man auf die zu untersuchende Stelle des Objects ein Sammelbild der Lichtquelle wirft; es treten dann häufig Details hervor, welche man bei der Beobachtung mit diffusem Tageslichte kaum bemerkt.

Wenn es sich bei der Untersuchung im auffallenden Lichte um grössere Abstände handelt, wenn man also beispielsweise unter dem Mikroskope mit grösseren Instrumenten bewaffnet, ferner, wenn man die Objecte unter Flüssigkeit ansehen oder präpariren will, dann ist es zweckmässig, sich der Brücke'schen Lupe zu bedienen. Man steckt diese in den Lauf eines Naschet'schen oder Hartnak'schen Stativs und legt das Object auf den

Objecttisch. Die Einstellung wird dann mit freier Hand durch Verschieben der Lupe bewerkstelligt. Diese Combination leistet auch ausgezeichnete Dienste, wenn es sich um feine Präparation mit Nadeln handelt, also etwa um die Isolirung von Ganglienzellen und die Darstellung feiner Fasern. Man bringt dann die Objecte in jedem Falle auf einen matten Grund; ist das Object dunkel, auf einen mattgrauen, und wenn das Object hell ist, auf einen mattschwarzen Grund. Das Object, aus welchem isolirt werden soll, kann für alle Fälle auf einen aus geschliffenem Glase bereiteten Objectträger gelegt und diesem je nach Bedürfniss ein mattweisses oder schwarzes Papier als Unterlage gegeben werden. Zur Untersuchung grösserer Gewebsstücke in Flüssigkeiten benützt man Schälchen, welche auf ebener Unterlage ruhen und eine sphärische Höhlung besitzen, etwa nach Art der gemeinhin gebrauchten Salzfässchen. Einen matten, dunklen Grund erreicht man sehr gut durch Bestreichen des Bodens mit einer dicken Schichte gefärbten Wachses oder Guttapercha. Man gewinnt dadurch zugleich eine Unterlage, auf welcher man die Objecte durch Einstechen mit Nadeln fixiren kann.

Wenn es sich darum handelt, die Reliefs der Objecte stark hervortreten zu lassen, also um die Details an der Oberfläche derselben, dann sind die Lupen von STEINHEIL in München besonders empfehlenswerth. Doch ist es gut, wenn man sie in Nussgelenke fasst, welche wieder in einem fixen Stative horizontal und vertikal zu verschieben sind. Wenn man bei starker Lupenvergrösserung noch mit Pincette und Scheere präpariren will, dann befestige man das Präparirschälchen auf einem unmittelbar auf dem Tische ruhenden, mehrere Centimeter hohen geschwärzten Holzblock. Man präparirt nämlich in solchen Fällen sicherer, wenn die Arme in nahezu horizontaler Stellung auf dem Tische ruhen können. Bei der Präparation mit starken Lupen kommt man nothwendigerweise mit der Nase in die Nähe des Objects und man kann sich dann des Nasenrückens als Stützpunkt für das anzuwendende Schneideinstrument bedienen. Die Präparation mit Scheere und Pincette unter starken Lupen bedarf in der Regel einer sehr scharfen Fixation und einer sehr exacten Führung des Schneideinstruments, und es ist fast unentbehrlich, dasselbe irgendwo zu stützen, wenn man es an kleinen und zarten Objecten regelrecht leiten will. Legt man das linke Auge an die Lupe, dann kann die rechte Hand mit grosser Sicherheit ein auf dem Nasenrücken balancirendes Scheerchen dirigiren, während die andere Hand das Object fixirt. Zur Fixation sehr zarter Objecte bediene man sich schwerer Pincetten mit sehr scharfen nicht geriffien Spitzen.

Will man im auffallenden Lichte mit zusammengesetzten Mikroskopen arbeiten, dann kann man sich nur der schwächern Objective bedienen, etwa bis Nr. 5 der Hartnak'schen Mikroskope und die ihnen entsprechenden anderer Instrumente. Zur Präparation bediente man sich früher schwacher zusammengesetzter Mikroskope, deren Bild mit dem Objecte gleich gerichtet war. Diese sogenannten Dissectionsmikroskope sind leicht entbehrlich, da man sich

an die verkehrten Bilder, respective an die verkehrte Führung der Hände sehr bald gewöhnt.

Die Untersuchung im durchfallenden Lichte kann gleichfalls mit einfachen und zusammengesetzten Mikroskopen angestellt werden. Für den Gebrauch der ersteren ist zu dem bisher Gesagten nur wenig hinzuzufügen. Wenn man im durchfallenden Lichte untersuchen will, muss die Unterlage selbstverständlich durchsichtig sein und muss das Object durch einen unter demselben angebrachten Reflexionsapparat, sei es Spiegel oder Prisma, beleuchtet werden. Die einfachen Mikroskope oder schwache Vergrösserungen des zusammengesetzten werden bei durchfallendem Lichte nur angewendet, wenn es sich um übersichtliche Bilder, um die Topographie der Gewebe handelt. Je grösser das Object wird, um so schwächer muss die Vergrösserung sein, wenn man dasselbe überblicken soll. Bei grösseren Objecten verfährt man übrigens so, dass man erst durch schwache Vergrösserung einen Ueberblick zu gewinnen sucht, und dann mit stärkerer Vergrösserung von Stelle zu Stelle die Details eruirt. Die sehr starken Linsen, wie sie in neuester Zeit von Hartnak angefertigt werden, dienen hauptsächlich zur Untersuchung lebender Gewebe oder von gut conservirten isolirten Elementarbestandtheilen. An Geweben, die zu Untersuchungszwecken misshandelt worden sind, die also in Reagentien gehärtet, gefärbt und wiederholt gewaschen wurden, leistet die sehr starke Vergrösserung für den ersten Anblick wenig mehr als die mittelstarke, ja der minder Geübte kann in solchen Fällen weniger klar sehen, wenn er Hartnak Nr. 15, als wenn er Hartnak Nr. 8 anwendet. Die starken Vergrösserungen sind aber auch hier schon für den Anfänger ein ausgezeichnetes Hilfsmittel, wenn es sich um die Definition von Tiefen handelt. Man muss nur die Schraube mit ausserordentlicher Vorsicht, mit ausserordentlich geringen Drehungen anwenden, so dass man nach je einer sehr geringen Drehung der Schraube ein neues Gesichtsfeld erlangt, auf diesem ausruht, beobachtet um wieder zu einem tieferen oder höheren vor- oder rückwärts zu schreiten.

Wenn es sich aber um isolirte und namentlich gut erhaltene Formelemente handelt, wenn man ferner die Gewebe frisch und ohne Zusatzflüssigkeiten, oder in solchen, die nicht eingreifend wirken, untersucht, dann kann man erst von den starken Vergrösserungen vollen Nutzen ziehen. Die Fortschritte in der Erkenntniss der Zelle und des feineren Baues der Nervenfasern basiren auf Untersuchungen mit den neueren ausgezeichneten Hilfsmitteln. Die Untersuchungen der Cornea im lebenden Zustande, wie sie von Recklinghausen und Kühne angebahnt wurde, lässt den Werth starker Vergrösserungen fast noch eindringlicher erkennen. Wohl kann man im frischen Zustande selbst mit den besten Vergrösserungen die Structur der Hornhaut nicht ergründen. Man sieht im frischen Zustande distinct nur solche Formelemente, deren umgebende Medien das Licht anders brechen als sie selbst. Wenn sich also Fasern oder Zellen durch Kittsubstanzen oder durch zwischenliegende Flüssigkeiten abgrenzen, deren optisches Verhalten von dem der Formelemente nicht abweicht,

dann kann man sie mit den besten Vergrösserungen nicht sehen, dann müssen künstliche Hilfsmittel herangezogen werden. Es sind diess entweder mechanische, um die Formelemente auseinander zu ziehen, oder chemische, deren Nutzen in solchen Fällen darin besteht, dass die verbindenden Substanzen entweder gelöst, oder doch nicht in derselben Weise verändert werden, wie die Formelemente selbst. Die besten künstlichen Zubereitungen können aber das nicht ersetzen, was die Beobachtung im frischen Zustande unter einer 1000—1500maligen Vergrösserung bietet. Diejenigen Contouren, welche noch während des Lebens der Gewebe an ihnen zu erkennen sind, zeigen neben der Schärfe noch eine eigenthümliche Weichheit, welche die Beobachtung angenehm machen. Die natürlichen Höhlen und Spalten setzen sich durch die verschiedene Lichtbrechung ihres Inhalts von der Umgebung ausserordentlich scharf ab. Endlich sind während des Lebens Contouren sichtbar, welche schon mit dem Absterben schwinden. Kann man diese auch wieder durch besondere Hilfsmittel sichtbar machen, so gewinnen sie ihren vollen Werth doch erst dadurch, dass man weiss, sie seien auch ohne Hilfsmittel sichtbar gewesen.

Es dürfte dem Gesagten zufolge bei dem heutigen Stand der Instrumente zweckmässig sein, übersichtliche topographische Studien mit den schwächern Linsen, dann die Gewebsstudien an misshandelten Präparaten mit den mittelstarken Linsen anzustellen und in solchen Fällen die sehr starken Vergrösserungen nur als Controle für die Tiefendistanzen anzuwenden, und endlich die Untersuchung frischer Gewebe ausschliesslich mit den besten vorhandenen Mitteln zu führen [1].

Die einfachste aber auch die sicherste und eleganteste Form des Untersuchens unter zusammengesetzten Mikroskopen ist die, dass man das Object auf die Mitte eines blankgeputzten Objectträgers legt und mit einem dünnen, viereckigen und gleichfalls vollkommen reinen Glasplättchen bedeckt. Das Glasplättchen, auch Deckgläschen genannt, soll mit seinen grossen Flächen dem Objectträger parallel liegen, was nur zu erreichen ist, wenn sich die zu untersuchende Schichte in grösserer Ausdehnung gleichmässig verbreitet. Unregelmässig begrenzte dickere Klümpchen stören schon deswegen die Untersuchung, weil sie das Deckgläschen zu einer schiefen Lage zwingen. Ist das zu untersuchende Gewebe in einer Flüssigkeit vertheilt, dann bringe man einen kleinen Tropfen derselben auf den Objectträger, berühre mit dem Deckgläschen erst die Kuppe des Tropfens und lasse dieses dann sachte niederfallen. Man vermeidet so das Miteinschliessen von Luftblasen. Soll die Untersuchung längere Zeit fortgeführt werden, oder handelt es sich darum, dass das Medium, in

[1] Den zweiröhrigen stereoskopischen Mikroskopen kann ich für den Gebrauch, welchen sie bis heute gestatten, keinen hohen Werth beimessen. Sie werden bis jetzt nur mit schwachen Vergrösserungen verwendet. Man bekommt aber auch bei Lupen die Reliefs ausgezeichnet zur Anschauung, wenn man während der Beobachtung den Kopf in leicht schwingender Bewegung erhält.

welchem das Gewebe liegt, durch Verdunsten an den Rändern nicht concentrirter werde, so streiche man mit einem Pinsel eine Schichte Oel rings um die Ränder des Deckgläschens: dadurch ist das Präparat vor Verdunstung geschützt. Wenn nach dem Anlegen des Deckgläschens ein Theil der zu untersuchenden Flüssigkeit über dessen Ränder hinausfliesst, wenn das Deckgläschen dabei eine unsichere, leicht verschiebbare Lage bekömmt, müssen die Ränder erst durch Filtrirpapier abgetrocknet und dann erst die Oelschichte angestrichen werden. Mit diesem Hilfsmittel ist die einfachste feuchte Kammer gegeben.

Recklinghausen hat den Gebrauch feuchter Kammern eingeführt. Die Grundidee für eine solche war, dass man das Object in einen mit Wasserdampf gesättigten Raum bringe, und das schien um so nothwendiger, als es wünschenswerth wurde, ohne Deckgläschen zu untersuchen. In solchem Falle ist das Object theilweise von einer Atmosphäre begrenzt, und an diese muss es Wasserdampf abgeben, wenn sie mit solchen nicht gesättigt ist.

Bedenkt man aber andererseits, dass das Niederschlagen von Wasserdämpfen aus einer gesättigten Atmosphäre auf ein solches Object von des letzteren Temperatur abhängig ist, so wird man begreifen, wie schwer es ist, das Gleichgewicht zu erhalten, das heisst, alles so einzurichten, dass weder Wasser abgegeben noch aufgenommen werde. Jedenfalls werden die Fehler mit den Dimensionen der Atmosphäre, welche das Object umgiebt, abnehmen. Man soll also diese so klein als möglich machen, und nach Thunlichkeit auf Null reduciren, d. h. man soll so lange es möglich ist, mit einem Deckglas arbeiten und dessen Ränder beölen. Der Druck, den es auf das Object übt, ist unmassgeblich, weil man ihn leicht eliminiren kann. Man braucht nur einen Wall aus Oel zu streichen, innerhalb dieses Walles den Tropfen anzubringen und dann einzudecken, um vor dem Druck des Deckgläschens geschützt zu sein. Es kann aber in Rücksicht auf den Versuch aus anderen Gründen nothwendig werden, das Präparat mit einer Atmosphäre zu umgeben. Es kann z. B. der Einfluss verschiedener Gase in den Bereich des Experiments gezogen werden. In solchem Falle muss man eine wirkliche Kammer herstellen und diese soll so lange, als keine besonderen Behelfe eingeleitet sind, die Bewegung des Wasserdampfes zu reguliren, so klein als möglich sein. Ich schlage zu dem Zwecke vor, auf den gewöhnlichen Objectträger einen nach Bedürfniss dicken Ring aus Glaserkitt aufzulegen, das Object, wie es jetzt allerwärts geübt wird, auf das Deckglas zu legen, dieses mit nach abwärts gekehrtem Objecte auf den Wall von Kitt zu bringen und durch sanftes Streichen mit dem Scalpellhefte anzudrücken. Ein Tropfen Wasser auf dem Boden des Objectträgers wird hinreichen, den Raum mit Wasserdampf zu sättigen und das Object vor Vertrocknung zu schützen. Man muss aber auch hier wieder grosse Vorsicht anwenden, denn man wird finden, dass die trockene und blank geputzte Deckplatte sich alsobald beschlägt, als man sie auf den Wall von Kitt auflegt. Es muss also der Flüssigkeitstropfen eine kleine Oberfläche

haben, um nicht zu viel zu verdunsten und er darf andererseits nicht zu klein sein, damit das Object nicht schnell vertrockne. Man muss sich übrigens bewusst sein, dass geringe Schwankungen im Wassergehalte des Objectes nicht zu vermeiden sind.

Man kann eine solche Kammer auch leicht zu einer sogenannten Gaskammer umgestalten. In den weichen Wall von Glaserkitt kann man nämlich entsprechend der Mittellinie des Objectträgers je ein Glasröhrchen einlegen, an jedes derselben ein Kautschukröhrchen bringen und diese, wenn kein Gas durchgeleitet werden soll, durch leichte Quetschhähne verschliessen. Soll aber Gas durchgeleitet werden, müssen die Kautschukröhren in die nöthige Communication gebracht und die Hähne geöffnet werden. Wer indessen häufiger mit Gasen arbeitet, wird sich mit einer solchen provisorischen und leicht zerstörbaren Kammer nicht begnügen. Dann ist es besser, die zuleitenden Glasröhrchen in ausgeschliffene Rinnen des Objectträgers ein für allemal fest zu kitten. Der Raum, welcher begast werden soll, kann dann wieder durch einen Wall von Glaserkitt begrenzt werden.

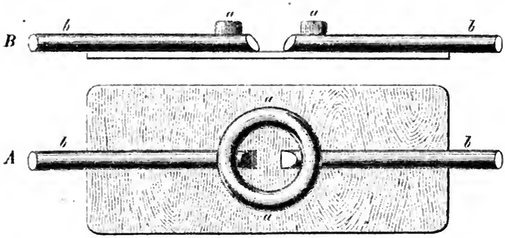


Fig. 1. Gaskammer in natürlicher Grösse. *A* Vogelperspective. *B* Mittlerer Längsschnitt. *a a* Wall. *b b* Zuleitungsröhren.

Ein Objectträger, der zu solchen Untersuchungen mit Gas benutzt wird, muss auf den Tisch des Mikroskopes niedergedrückt werden, weil das zuleitende Gasrohr an demselben zerrt und so das Object während der Untersuchung aus seiner Lage gerückt werden kann. Die Gase selbst lasse man aus Waschflaschen kommen, welche auf dem Tische fixirt sind, so dass zwischen den Waschflaschen und dem Mikroskop feste Beziehungen bestehen, was immer auch mit den fern vom Tische aufgestellten Gasapparaten vorgehen mag. Um bei meinen mikroskopischen Arbeiten vom Hilfspersonale unabhängig zu sein und Tisch und Hände nicht für andere als eben mikroskopische Zwecke in Anspruch zu nehmen, ordne ich meine Gasapparate unter dem Tische an, derart, dass ich durch Fusstritte einen oder den andern in Bewegung zu setzen vermag. Um also beispielsweise Kohlensäure in Gebrauch zu ziehen, stelle ich unter meinen Tisch den aus der Abbildung II ersichtlichen Apparat so auf, dass die Salzsäureflasche (ClH) durch eine über Rollen laufende Schnur von

einem Fussbrette aus gehoben werden kann. Von der Entwicklungsflasche *M* führt dann ein Kautschukrohr in meine fixe Waschflasche *W* und von dieser geht die Communication ans Mikroskop héran. Die Zuleitung von Kohlensäure an ein mikroskopisches Object erfordert aber auch die Möglichkeit eines Wechsels derselben mit atmosphärischer Luft. Ich schalte daher zwischen Waschflasche und Objectträger ein T-Rohr ein (*a* Fig. II). Der wagrechte Balken des Rohrs liegt in der Axe der Communication zwischen Waschflasche und Objectträger, der senkrechte ist dem Beobachter zugewendet. An dieses wird nun ein langes

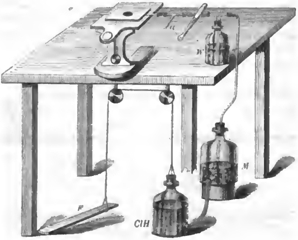
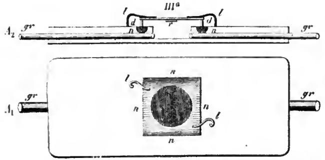


Fig. II.

Kautschukrohr gesteckt, dessen Ende der Beobachter zwischen die Zähne fasst. Zwischen dem T-Rohre und der Waschflasche *W* ist eine Klemme angebracht. Wenn ich nun die Klemme[1] öffne, durch den Fusstritt bei *F* die Säureflasche hebe, dadurch Kohlensäure in die Waschflasche bringe, und dabei das zwischen den Zähnen befindliche Kautschukrohr zusammenpresse, muss das Gas durch den Objectträger durchwandern. Schliesse ich aber die Klemme und sauge an dem im Munde befindlichen Rohrende, dann ziehe ich vom entgegengesetzten Ende der Kammer atmosphärische Luft in diese hinein. In solcher Weise hat man es in seiner Gewalt, einen Wechsel von Kohlensäure und atmosphärischer Luft einzuleiten, während man beobachtet, und die Hände in der nöthigen Weise frei behält. Ein zweiter sogenannter Deville'scher Apparat unter meinem Tische, ist für die Entwickelung von Wasserstoffgas zubereitet. Dieses Gas benütze ich als indifferentes Mittel, um, während es durch eine Waschflasche streicht, aus

1) Man kann die Klemme ersparen, wenn die Wassersäule in der Waschflasche hoch ist.

dem Contentum derselben Dämpfe mitzureissen, beispielsweise Ammoniak, Chloroform etc. Denselben Dienst leistet ein Blasebalg, der mit dem Fusse getreten werden kann, und dessen Abflussrohr in die Waschflaschen führt. Wenn es sich um die Anwendung des Wasserstoffgases als solches handelt, dann reicht die bisher geschilderte Gaskammer nicht aus. Kühne, dem wir die ersten Versuche in Gaskammern verdanken, schlägt für diese Zwecke einen Quecksilberverschluss vor. Ich nehme diesem Principe folgend einen Objectträger aus Hartkautschuk, dessen Mitte durchbrochen ist und an dessen eine Fläche eine Glasplatte gekittet ist, oder was dasselbe ist, ich kitte auf eine Glasplatte einen Ring von Hartkautschuk. Die Oberfläche des Ringes resp. der Platte soll nun mit einer den Raum umgebenden Rinne versehen sein, in welche man Quecksilber füllen kann. Das Deckgläschen muss dann mittelst



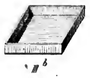


Fig. III *a*. Gaskammer mit Quecksilberverschluss, natürliche Grosse. A_1 Vogelperspectiv. A_2 Mittlerer Längsschnitt. *n n* Rinne. *l l* Klemmen. *g r* Gasröhren. *r* Object. *d d* Deckgläschen im Durchschnitt.
Fig. III *b*. Deckgläschen.

eines festen Kittes zu einem einen Schachteldeckel nachahmenden Gehäuse III*b* umgestaltet werden. An die innere Fläche dieses Gehäuses wird dann das Object *r* gelegt, und die Seitenwände des Gehäuses in die Rinne eingepasst und in das Quecksilber eingetaucht. Wird dann dieses Deckgläschen durch Klemmen niedergehalten, so ist die Gaskammer fest geschlossen und es können selbstverständlich durch passend angebrachte Zuleitungsröhren nun auch Gase zugeleitet werden.

Die Untersuchung der Objecte in Gaskammern bringt gewisse Schwierigkeiten mit sich. Nehmen wir den einfachsten Fall: Man bringt einen Tropfen Blut an die untere Fläche der Deckplatte, legt diese auf die Kammer und kittet sie fest an. Der erste Gasstrom, der vorbeistreicht, reicht schon hin, um das Blut an den Rändern eintrocknen zu machen. Diesem Uebelstande ist kaum abzuhelfen. Es ist daher nothwendig, sich in der Gaskammer auf ein sehr rasches Experimentiren einzurichten, oder aber dem Präparate so viel indifferente Flüssigkeit zuzusetzen, dass die kleine Kammer vom Präparate selbst mit Wasserdampf gesättigt werden kann, ohne dass es darunter wesentlich

leidet. Man arbeitet dann nicht mehr unter den einfachsten Verhältnissen und muss daher die Schlüsse, welche das Experiment gestattet, auf den bestimmten Ausgangspunkt zurückführen.

Noch schwieriger gestaltet sich die Anwendung der feuchten Kammer, wenn man das Object unter dem Mikroskope erwärmen will.

Rollett hat die Veränderung der Temperatur in das mikroskopische Experiment eingeführt. Max Schultze hat dieses Experiment weiter gefördert, indem er einen heizbaren Tisch construirte, welcher dem Objecttische des Mikroskopes angepasst, in seiner ganzen Ausdehnung erwärmt und dadurch das Object auf eine beliebige Temperatur gebracht werden kann. Man hat seitdem versucht, die Temperaturerhöhung des Objects auf verschiedenen Wegen zu erreichen. Beim Tische Max Schultze's ist die directe Leitung durch Metallplatten als das Princip der Heizung angewendet worden. Dann wurde der Versuch gemacht, warme Flüssigkeit durch den Objecttisch durchzuführen und endlich auch warme Dämpfe in derselben Weise zu benutzen. Mehr als alle diese Hilfsmittel muss uns der Versuch ansprechen, den Objecttisch dadurch zu erwärmen, dass man constante Ströme in Wärme übersetzt. Es handelt sich bei dem mikroskopischen Versuche nur um sehr geringe Wärmemengen, da es ja gar nicht darauf ankommt, die Objectplatte in ihrer ganzen Ausdehnung, sondern nur das Centrum derselben, oder was noch besser ist, ein Glasplättchen, welches in eine Kautschukplatte eingesetzt ist, zu erwärmen. So geringe Wärmemengen durften aus der Umsetzung selbst schwacher Ströme erwartet werden. Es ist bekannt, dass die Erwärmung eines Drahtes, welcher in den Leitungsbogen einer constanten Kette eingeschaltet ist, zunimmt mit der Abnahme des Querschnittes dieses Drahtes, nach Riess mit dem Biquadrate des Durchmessers desselben. Wir brauchen also nur einen entsprechend dünnen Draht an die Mitte einer Glasplatte zu befestigen, die beiden Drahtenden mit den Electroden einer constanten Kette in Verbindung zu setzen, die Kette zu schliessen und das Centrum der Glasplatte ist geheizt. Das Aufkitten eines Drahtes ist indessen unbequem; wir besitzen im Stanniolpapier ein ausgezeichnetes Ersatzmittel. Ich schneide also das Stanniol nach der Form *S* beistehender Figur, klebe es auf einen Objectträger und und indem ich die beiden Enden des Stanniols in den Schliessungsbogen einschalte, ist unser Zweck erreicht. Eine sehr bequeme Einschaltungsmethode in den Schliessungsbogen ist folgende: Zu den Hartnack'schen Mikro-

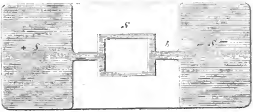


Fig. IV. Objectträger zur elektrischen Heizung, natürliche Grosse.

skopen sind Messingfedern beigegeben, durch welche das Präparat nach Bedürfniss festgeklemmt werden kann. Diese Federn nun (*DD* Fig. v), die mit messingenen Stiften in Löchern des Tisches stecken, versehe ich mit Kautschukstiften. Dadurch werden sie vom Mikroskope isolirt. Indem sie dann den Objectträger festklemmen, können sie gleichzeitig auf die breiten Enden des Stanniols *s* drücken. Ich darf dann nur an irgend einer Stelle der Feder von jeder Seite (*EE* Fig. v) einen Zuleitungsdraht festklemmen und die Kette ist durch das Stanniol geschlossen. Ein zweiter Stanniolstreifen von der Breite des auf dem Objectträger befestigten (*b* Fig. IV) um das Gefäss eines Thermometers gewickelt und an irgend einer Stelle des Schliessungsbogens unter passendem Schutze eingeschaltet, zeigt die Temperatur an, welche das Centrum des Objectträgers annehmen müsste, wenn alle Nebenbedingungen an beiden Orten dieselben wären. Diesen verschiedenen Nebenbedingungen kann aber Rechnung getragen werden durch Auswerthen des Thermometers, was ja für alle Fälle, die Heizung mag nach welcher Methode immer ausgeführt werden, nothwendig ist. Man muss an den Ort, wo sonst das Object zu liegen kommt, ein Fett von bekanntem Schmelzpunkte hinlegen und nachsehen, wie sich die Quecksilbersäule in dem Momente verhält, als das Fett zu schmelzen anfängt. Das Fett soll übrigens in mikroskopisch kleinen Stücken angewendet und mit dem Mikroskope angesehen werden. Am besten ist es, aus dem Fette ein Scheibchen zu schneiden, es lege artis einzudecken, mit einer bestimmten Linse anzusehen und für diese Linse auszuwerthen.

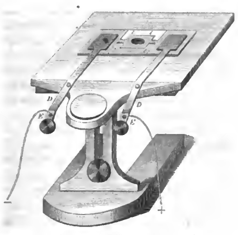


Fig. v. Fuss und Tisch eines Hartnack'schen Mikroskopes.

Ich wende eine Meidinger Kette mit amalgamirten Zinkplatten an. Eine solche Kette arbeitet ausgezeichnet regelmässig, wenn sie regelmässig Futter bekommt. Man kann sie dann mehrere Tage geschlossen lassen und die Temperatur der eingeschaltenen Stanniolstreifen braucht nicht mehr als um einen Grad neben der Zimmertemperatur zu schwanken. Wasser braucht nur selten, Kupferkrystalle müssen aber regelmässig täglich wenigstens einmal zugethan werden, damit die Lösung immer gleichmässig gesättigt sei.

Bedenkt man aber diesen Unannehmlichkeiten gegenüber, dass solche

Vorsichtsmassregeln nur nothwendig werden, wenn man ein und dasselbe Präparat viele Tage und Nächte hindurch gleichmässig erwärmen wollte, dann wird es im Interesse so wichtiger Versuche kaum zu viel scheinen, wenn die Kette täglich einmal gefüttert werden muss. Soll die Batterie nur wenig Arbeit leisten, soll sie nur ab und zu einmal eingespannt werden, dann kann sie lange gleichmässig thätig bleiben, ohne andere Nahrung zu erhalten, als dass von Zeit zu Zeit so viel Wasser ersetzt wird, als aus den offenen Gefässen durch Verdunstung verloren geht.

Meidinger-Elemente verbreiten keine schädlichen Dämpfe und können daher unter oder neben dem Arbeitstische in ein Kästchen fest untergebracht werden. Die Zuleitungsdrähte lasse ich aus Bohrungen des Tisches herauskommen und befestige sie für den Fall der Arbeit an den Stellen, die in der Fig. v mit + und — bezeichnet sind.

In Anbetracht, dass die Temperatur eines dünnen Drahtes, welcher in einen dickeren Schliessungsbogen eingeschaltet wird, mit dem Quadrate des Querschnittes jenes Drahtes im verkehrten Verhältnisse steht, dass aber die Länge desselben bei geringen Grössen nicht in Betracht kommt, ist die früher angeführte Methode der Messung gerechtfertigt. Es ist aber ferner klar, dass man sich auf Grundlage dieses Gesetzes der vorhandenen lebendigen Kraft accommodiren kann. Wenn nun auch die Temperaturen wie die Quadrate der Stromstärken abnehmen, so kann ich dieses Verhältniss bis zu einer gewissen Grenze durch die Abnahme des Querschnittes des Stanniols decken. Wenn ich also über eine schwache Kette verfüge, mache ich die Stanniolstreifen entsprechend schmal. Zumal dünne Streifen sehr zerreisslich sind, klebe ich das Stanniolblatt auf dünnes Papier und schneide dann einen sehr langen Streifen mit einem daranhängenden Fenster heraus. Den grösseren Abschnitt des Streifens wickle ich so um das Thermometergefäss, dass es in mehreren Windungen herumläuft und die beiden Enden frei vorragen. Dann überziehe ich das ganze Quecksilbergefäss mit einer Schichte Lack oder Glaserkitt und stecke es durch die Bohrung eines eine leere Flasche schliessenden Korkes derart fest, dass die Stanniolstreifen frei vorragen. Es kann weiter der Geschicklichkeit des Experimentators überlassen bleiben, wie bequem er diese Streifen in den Schliessungsbogen einschaltet. Jedenfalls soll er die Flasche so vor sich hinstellen, dass er am Thermometer lesen kann. Das kürzere Ende des Stanniolstreifens mit dem eingeschalteten Fenster mache ich so zurecht, wie es Fig. IV andeutet. Die Temperatur der Stanniolstreifen steigt bei meiner Anordnung[1] nahezu im arithmetischen Verhältnisse mit der Zahl der Elemente, wenn diese so gespannt werden, dass je ein Zinkpol mit einem Kupferpol ver-

1) Es muss ausdrücklich hervorgehoben werden, dass das hier angegebene Verhältniss nur einer bestimmten Anordnung entspricht. Es ergiebt sich aus dem Ohm'schen Gesetze, dass der Widerstand des eingeschalteten Streifens dieses Verhältniss beherrscht. Es muss auch dem Widerstand entsprechend durch Versuche ermittelt werden, wie man die Batterie anzuordnen hat.]

bunden wird. Dermaassen erreiche ich mit einem Element und der fixen Anordnung eine Temperaturerhöhung von circa 5° C., mit sechs Elementen etwas mehr als 30° C. Die Regulirung der Temperatur muss übrigens, wenn es auf ein genaues Experiment ankommt, mit einem Rheostaten bewerkstelligt werden.

Um die Temperatur des Deckgläschens stets auch direct controliren zu können, lege ich in den Objectträger selbst ein Thermometer ein. In Fig. VI ist *a* das an der oberen Fläche abgeplattete Gefäss des Thermometers und die Buchstaben *b* .... deuten den Lauf der Röhre an. Röhre wie Gefäss liegen in einer Rinne des aus Kautschuk verfertigten Objectträgers. Um das Quecksilbergefäss *a* ist eine Spirale aus feinstem Kupfer- oder Platindrahte gewunden, dessen Enden in die breite Metallplatte *pp* auslaufen. Auf dieser Platte schleifen die federnden Stromgeber des Mikroskops.

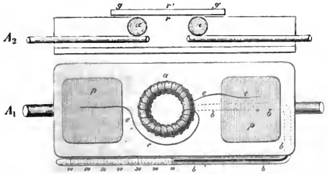


Fig. VI. Gaskammer, durch den constanten Strom heizbar, mit Thermometer.

Fig. VI A_2 zeigt den Längsschnitt des Objectträgers in voller Rüstung. *gg* ist das Deckgläschen, an welchem das Präparat entweder bei *r* oder *r'* angebracht ist. Das Deckgläschen berührt nicht nur die Oberfläche des Objectträgers, sondern auch das mit Draht umwickelte Quecksilbergefäss, dessen Querschnitt in *aa* sichtbar ist. So wie die Kette geschlossen wird, erwärmt sich die Spirale und wirkt einerseits auf das Quecksilber und andererseits auf das Deckgläschen. Da Hartkautschuk ein schlechter Wärmeleiter ist, wird also hauptsächlich das Deckgläschen geheizt. Die Zeichnung macht übrigens noch ersichtlich, wie der Objectträger gleichzeitig als Gaskammer angewendet werden kann.

Nach dem Principe, dass nur das Centrum des Objectträgers oder nur das Deckgläschen zu heizen ist, lässt sich nun auch in bequemer Weise die Flamme als Wärmequelle anwenden.

In den gläsernen Objectträger *O O* Fig. VII ist ein Kupferring und Stab von der Form *kkkk* so eingepasst, dass die Oberfläche des Objectträgers nach wie

vor vollkommen eben ist. Wenn nun geheizt werden soll, wird der Stab *q* mit seiner Spirale an das freie Ende *kk* gesteckt und unter das freie Ende des Stabes *q* eine möglichst kleine Flamme angebracht. Wenn der Stab die Dicke einer starken Stricknadel hat, kann er so lang gemacht werden, dass der über dem Mikroskope sitzende Beobachter die Strahlung des Flämmchens gar nicht spürt. Das Centrum *C* des Objectträgers muss in der früher angegebenen Weise für eine bestimmte Linse, für eine bestimmte Flamme und eine bestimmte Stellung derselben ausgewerthet werden. Richtet man sich mit einem sehr kleinen Flämmchen ein, so kann man auf eine gewisse Constanz derselben rechnen. Ein solcher Modus der Heizung kann keinen Anspruch auf Genauigkeit machen. Wenn es aber nur darauf ankommt zu demonstriren, dass Temperaturen innerhalb gewisser Grenzen eine gewisse Wirkung ausüben, dann reicht die hier gezeichnete Platte aus.

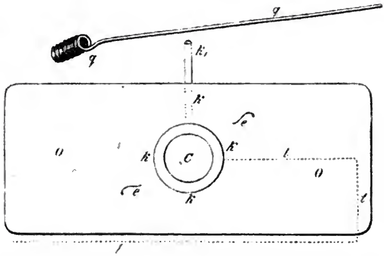


Fig. VII. Heizbarer Objectträger, nat. Grösse. *kkkk* Kupferring und Streifen in der Platte *oo* eingeschliffen. *q* Heizstab. *ee* Klemmen.

Die Leichtigkeit, mit der sie herzustellen ist, macht sie namentlich für grössere Laboratorien empfehlenswerth.

Ich habe übrigens nach derselben Heizmethode auch einen Objectträger mit Thermometer construirt. Das letztere ist wieder nach dem Muster des in Fig. VI abgebildeten gebogen und in eine Platte von Kautschuk eingegraben. Das Gefäss ist aber nicht von einer Spirale, sondern von einer Metallhülse überkleidet, welche die Form *kkk* Fig. VII nachahmt und an diese ist der hervorragende Stift *k* befestigt. Denkt man sich den in Fig. VII abgebildeten Apparat aus Hartkautschuk und im Centrum durchbrochen, dann deutet die punktirte Linie die Lage des Thermometerrohres an. Da hier das Präparat in jedem Falle auf ein Deckgläschen gebracht werden muss, so sind zwei Klemmfedern *ee* Fig. VII angebracht, um das Gläschen festzuhalten. Soll die Platte als heizbare Gaskammer angewendet werden, dann kommt das Präparat an die untere Fläche des Deckglases, soll sie als einfacher Heiztisch dienen, kommt es auf die obere Fläche und muss besonders eingedeckt werden. In diesem letzteren Falle ist das untere Deckglas *gg* Fig. VI A_2 Objectträger und bringt eben nur den Vortheil, dass es als dünnes Plättchen leicht erwärmt werden kann [1].

1) Nach dieser zuletzt beschriebenen Form werden die heizbaren Gaskammern von dem Mechaniker HEISITZ in Wien mit einer Eleganz angefertigt, die kaum etwas zu wünschen übrig lässt.

In der geheizten Gaskammer treten die früher erwähnten Nachtheile der Kammer stärker hervor. Es ist unter den bisher bekannten Verhältnissen das Gleichgewicht des Wassergehalts zwischen Präparat und Atmosphäre nicht herzustellen. Die Temperatur des Deckgläschens, über welchem das Objectivsystem schwebt, wird eben von diesem beeinflusst und bei der besten Wärmeregulirung innerhalb gewisser Grenzen schwanken. Jeder Abkühlung muss ein Niederschlag aus der gesättigten Atmosphäre folgen. Recklinghausen und Kühne haben diesem Uebelstande durch umfangreichere Wärmeapparate abzuhelfen gesucht. Bevor die Resultate dieser Versuche bekannt gegeben werden, ist es gerathen, auf Heizversuche in Gaskammern zu verzichten.

Wenn ich nichtsdestoweniger die heizbaren Gaskammern mit so viel Worten geschildert habe, so liegt der Grund darin, dass sie nach anderer Richtung überraschend schöne Versuche gestatten. Wenn der Boden der Kammer mit einem Tropfen Wasser bedeckt ist, und das Präparat über dem Tropfen an der Unterfläche des Deckgläschens hängt, so wird mit jeder Zufuhr von Wärme die Atmosphäre wasserreicher und condensirt sich ein Theil davon auf das Präparat. Wenn man ein feines Reagens untersucht, wie diess z. B. für den geübten Beobachter Blutkörperchen sind, dann merkt man, dass jeder Erwärmung eine bestimmte, auf den vermehrten Wassergehalt des Serums bezügliche Veränderung folgt. Man hat es also in seiner Gewalt, einem eingeschlossenen Präparat in den feinsten Nüancirungen Wasser zuzusetzen.

Es hat sich ferner herausgestellt, dass die Gaswirkungen bei wechselndem Wassergehalt des Blutes verschieden ausfallen. Auf die Erfolge der Versuche wird im Capitel Blut zurückgekommen werden. Hier soll nur ein Beispiel gegeben sein, welchen Vortheil jetzt schon heizbare Gaskammern bieten können.

Es kann weiter sehr wünschenswerth werden, die Temperaturen innerhalb weiter Grenzen rasch schwanken zu lassen. Ich habe auch solche Versuche ausgeführt, und zwar, indem ich abwechselnd bald Eiswasser, bald warme Dämpfe durch einen Objectträger leite. Ich verwendete zu solchen Zwecken einen Objectträger aus Metall. Ein centrales Loch in demselben *C* Fig. VIII gestattet den Durchgang des Lichts, und das Präparat kann wieder

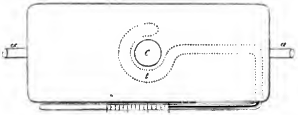


Fig. VIII. Objectträger aus Metall zur Durchleitung von Wasser und Dampf. *a a* Zuleitungsrohren. *t* Thermometer.

entweder auf einem aufgekitteten Deckgläschen oder so angebracht werden, dass das Loch in der Platte als Kammer dient. Die Platte selbst muss doppelblätterig sein, so dass zwischen den Blättern ein eben begrenzter Raum bleibt. An zwei gegenüberliegenden Stellen mündet dann je ein Röhrchen (*a* Fig. IX). An eines derselben wird ein Kautschukschlauch *b* angesetzt, welcher zur Dampfflasche *F* führt. Diese besteht aus einem Kölbchen, durch dessen Kork ein rechtwinkelig gebogenes Glasrohr gesteckt ist. Das freie Ende dieses Rohres wird nun mit dem Objectträger in Communication gesetzt. In diese Communication ist wieder ein Gabelrohr *g* eingeschaltet. Unter dem zur Hälfte mit Wasser gefüllten Kölbchen brennt eine kleine Flamme und erhält das Wasser in stetem gelinden Kochen. Die Dämpfe ziehen durch den senkrechten Balken des T-Rohres ab, weil dieser Weg den geringeren Widerstand bietet. Sobald man aber diesen schliesst, was durch ein Kautschukrohr und Sperrpincette leicht zu bewerkstelligen ist, streichen die Dämpfe durch den Objectträger und erwärmen ihn. Schiebt man die Flamme bei Seite, so saugt die Kochflasche an den Raum des Objectträgers und zieht in diesen atmosphärische Luft, oder wenn eine Vorlage mit Eiswasser bereit gehalten wird, auch dieses an, und bewirkt so eine rasche Abkühlung. Die Temperatur wird durch das in der Zeichnung ersichtlich gemachte Thermometer gemessen.

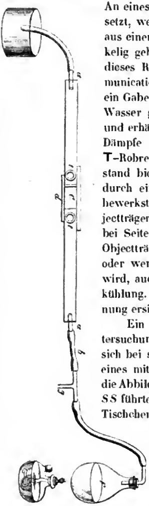


Fig. IX. Mittlerer Längsschnitt des metallenen Objectträgers. C, *aa*, *t* wie in Fig. VIII.

Ein wichtiges Hilfsmittel bei mikroskopischen Untersuchungen ist auch die Electricität. Brücke bediente sich bei seinen gewebsphysiologischen Untersuchungen eines mit Stanniol überzogenen Objectträgers, wie ihn die Abbildung Fig. X ersichtlich macht. Den Objectträger *SS* führte er auf zwei Kupferschienen *k*, die auf einem Tischchen *T* befestigt waren. Die Electroden wurden an die Schienen befestigt und das Object zwischen die Spitzen des Stanniolstreifens gebracht.

Die früher erwähnte Methode des Stromgebens zu Zwecken der Heizung kann auch den eben gedachten Zwecken dienen. In solchen Fällen braucht der Objectträger nur an seiner Oberfläche mit Stanniolstreifen belegt zu sein, in einer Form, wie es der Objectträger in Fig. X versinnlicht. Die auf Hartkautschukstiften ruhenden Federn dienen wie früher als Stromgeber. Die Entfernung der Stanniolstreifen von einander ist für den Erfolg des Stromes von Bedeutung. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass die

Stanniolstreifenenden nicht weiter als einige Millimeter von einander abstehen sollen. Ich arbeite am liebsten so, dass ich beide Electroden an den Rändern des Gesichtsfeldes sehe; dann gewinnt man mit einem Male den Ueberblick, wie sich die Gewebe an jedem derselben und in der Mittellinie zwischen beiden verhalten. Es ist hier ausserordentlich wichtig, den Erfolg der Ströme unmittelbar an den Electroden und entfernt von ihnen zu sondern; denn unmittelbar an den Electroden macht sich mit dem Einbrechen des Stromes der Effect der Electrolyse geltend; die Gewebe werden zunächst so verändert, wie man

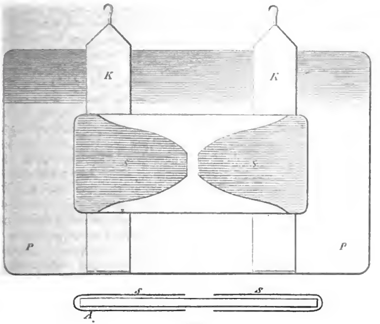


Fig. x.

sie sonst auch durch schwache Säuren oder Alkalien zu verändern vermag. Entfernter von den Electroden gehen aber auch Veränderungen vor sich, die nicht so auffällig sind, wie jene, welche durch die genannten chemischen Processe bedingt werden.

Die Effecte, welchen man trauen darf, müssen rasch nach dem Einbrechen des Stromes wahrgenommen werden, und nicht unmittelbar an den Electroden sein. Lässt man den Strom längere Zeit, etwa mehr als einige Secunden durch das Gewebe laufen, dann schreitet erstens das Product der Electrolyse über die ganze Bahn zwischen den Electroden fort, und zweitens wird die Intensität des Stromes ausserordentlich, oft bis auf Null reducirt, dadurch, dass sich die Pole mit Gasblasen bedecken. Aus diesem Grunde ist

die Anwendung constanter Ketten zu mikroskopischen Zwecken gar nicht zu empfehlen, denn mit dem Schlusse auch sehr schwacher Ketten tritt eine so stürmische Gasentwickelung ein, dass den weitern Effecten des Stromes gar nicht zu trauen ist. Viel geringer ist die Electrolyse schon bei den Inductionsströmen, die auch bis jetzt am häufigsten in Anwendung gezogen werden. Besonders empfehlenswerth ist hier die Anordnung einzelner Oeffnungs- oder Schliessungsschläge. Im Gegensatze zu den constanten Ketten sind aber die Schläge von Leydner Flaschen ausserordentlich zu empfehlen, weil hier die störende Entwickelung von Gasblasen bei der Plötzlichkeit des Stromes wegfällt.

Die Untersuchung von Geweben unter Einwirkung von Strömen ist nicht mehr mit solcher Eleganz auszuführen, wie das ursprünglich auf dem einfachen ebenen Objectträger möglich war. Schon der Umstand, dass die Stanniolstreifen auf dem Glase haften, machen die Fläche uneben und zwingen jedenfalls zu einer dicken Schichte, die bei starken Vergrösserungen das klare Absuchen hindern Ich ziehe es daher vor, die Versuche mit electrischen Strömen immer auch mit Versuchen an der Gaskammer zu verbinden. Ich kann hier nämlich den angedeuteten Uebelstand vermeiden. Indem ich den Raum eines zur Gaskammer hergerichteten Objectträgers durch einen Wall von weichem Glaserkitt umfasse, ist gleichzeitig die Möglichkeit gegeben, die Electroden hart an das gegen die Gaskammer gerichtete Object zu führen und dennoch mit starken Vergrösserungen zu arbeiten. Ich lasse von der Oberfläche des Objectträgers von jeder Seite her schmale Stanniolstreifen auf den Wall von Kitt herantreten, bis an den innern Rand desselben (Fig. XI *s s*). Mein Deckgläschen trägt ferner zwei angekittete schmale Streifen von Stanniol (Fig. XI *s, s,*), welche in einer Achse des Deckgläschens laufend, in der Mittellinie einen Raum von einigen Millimetern zwischen sich fassen. An diese Stelle bringe ich mein Object und lege das Deckgläschen derart auf den Wall von Kitt, dass die Streifen des Deckgläschens auf die Streifen des Walles zu liegen kommen, und dann wird das Deckgläschen fest in den weichen Kitt eingedrückt. Die Kammer ist nun gedeckt, die electrische Leitung reicht bis an das Object und ist die Kette durch letzteres geschlossen; gleichzeitig liegt dieses unmittelbar am Deckgläschen, ist also für die stärksten Vergrösserungen zu verwerthen. Es bringt übrigens nicht geringen Vortheil, die Anwendung der Ströme mit Gasversuchen zu verbinden, weil man in der Lage ist, die chemische Wirkung des Stromes durch Gas zu neutralisiren und umgekehrt.


Fig. XI.

Beim Hereinbrechen des Stromes in das Gewebe wird Wärme frei. Ich habe die Temperatur für meine Anordnung des Inductionsstromes gemessen; sie beträgt bei ganz aufgeschobenem Schlitten 3° C. Arbeitet man mit einem nicht eingedeckten Bluttropfen unter einer starken Luftlinse, so beschlägt sich diese mit dem Einbrechen des Stromes. Es dauert dann eine Weile, bis die

Linse wieder klar wird. Ausserdem wird auch das Präparat sehr bald trocken. In Anbetracht dieser Erfahrung werden wir jedenfalls darauf achten müssen, welche Effecte der plötzlichen Erwärmung, und welche dem electrischen Strome als solchem zukommen.

Ein weiteres Hilfsmittel besteht in dem Wechsel der Flüssigkeiten eines mikroskopischen Objects. Es ist bis jetzt noch nicht gelungen, dieses Hilfsmittel mit der Anwendung von Gasen zu combiniren. Ein reiner Versuch mit Flüssigkeitswechsel ist nur möglich, wenn sich das Object zwischen Objectträger und Deckgläschen befindet, dessen Ränder wenigstens an zwei entgegengesetzten Stellen nicht beölt sind; dann kann man an die eine Stelle des Deckglasrandes einen Streifen Filtrirpapier mit scharfgeschnittenem Rande anpassen, und an die andere die Flüssigkeit, welche man eben anwenden will, durch Röhrchen mit ausgezogener Spitze tropfenweise anbringen. So wie man an eine Stelle des Deckgläschens den Filtrirpapierstreifen anlegt, saugt er die Flüssigkeit des Präparates an sich. Es entsteht dann eine Strömung, welche in der Regel alles mit sich fortreisst, was nicht irgendwo fest haftet. Wenn man jedoch das Präparat einige Zeit zur Ruhe kommen lässt, dann gelingt es, durch vorsichtiges Anlegen eines sehr schmalen Streifens eine langsame Strömung der oberflächlichen Schichten einzuleiten, während die tieferen in Ruhe bleiben. Wenn einmal eine Flüssigkeitsschichte abgezogen ist, senkt sich das Deckgläschen, und zwar so lange, bis die tiefsten Schichten von Formelementen, welche eben am Objectträger haften, plattgedrückt sind, wenn sie nicht etwa zu resistent sind, um ein solches Plattdrücken möglich zu machen. So oft von der andern Seite ein neuer Tropfen herangebracht wird, steigt das Deckglas wieder in die Höhe. Es muss also bei solchen Versuchen die Schraube schnell gehandhabt werden, wenn man ein bestimmtes Object fixirt erhalten will. Nach der vorgezeichneten Methode kann man ein mikroskopisches Präparat in dem Sinne der Chemiker waschen. Lebende Formelemente vertragen eine solche Operation nur, so lange die Waschflüssigkeit eine sogenannte indifferente ist. Die Operation des Waschens kann aber grössere Dimensionen annehmen an abgestorbenen Geweben, an welchen man Reactionen und Waschungen hintereinander anstellen kann.

Man kann die Formelemente unter den Augen abtödten und dann noch weitere Reactionen einleiten. Man kann Wasser einleiten und zusehen, wie junge Zellen kugelig werden, wie in ihnen eine tanzende Bewegung der Körnchen eintritt, wie der Kern klar hervortritt, und wie sie endlich bersten. Bei der Anwendung von Säuren kann man an denselben Elementen das scharfe Hervortreten des Kerns, das Runzeligwerden desselben beobachten, während das, was den Kern umgiebt, an Schärfe der Contourirung büsst, blasser und allmählich unsichtbar wird. Formelemente mit harten Contouren kann man bei der Einleitung von Kalilauge unter den Augen quellen sehen. Man kann endlich gelöste Farbstoffe einleiten, und die allmähliche Färbung der Formelemente oder gewisser Bestandtheile derselben ansehen.

Zubereitung der Gewebe. Wenn die Bestandtheile des Gewebes, das sind die Formelemente, nicht mit einander zusammenhängen, sondern nur lose ohne Verkittung mit grösseren oder geringeren Zwischenräumen neben einander liegen, dann ist für ihre Untersuchung keine besondere Zubereitung nöthig. Man bringt eine kleine Menge auf den Objectträger und deckt sie mit dem Deckgläschen ein; findet man dann, dass die Elemente zu dicht aneinander liegen, dann setze man einen Tropfen Flüssigkeit zu. Es ist aber dabei in Betracht zu ziehen, dass es keine Zusatzflüssigkeit giebt, von welcher ausgesagt werden könnte, dass sie sich gegen alle frischen Gewebe indifferent verhielte. Man muss also für alle Fälle auf Veränderungen gefasst sein. Als indifferente Zusatzflüssigkeiten werden empfohlen Kammerwasser, Blutserum, Amniosflüssigkeit, in welcher etwas metallisches Jod [1] aufgelöst ist, Jodserum genannt und dann sehr verdünnte Lösungen von Neutralsalzen.

Sind die Formelemente schon früher durch andere Reagentien in ihren chemischen Eigenschaften verändert worden, haben sie beispielsweise in einer verdünnten Lösung von doppeltchromsaurem Kali oder Chromsäure gelegen, dann kann Wasser als Zusatzflüssigkeit angewendet werden. In Reagentien, welche eine Coagulation der Formelemente und in Folge dessen eine Erhärtung derselben bewerkstelligen, werden diese auch trübe. Um solche Elemente im durchfallenden Lichte mit Erfolg untersuchen zu können, wendet man stark lichtbrechende Flüssigkeiten an, welche, wenn sie in den trüben Körper eindringen, denselben durchsichtig machen. An die Anwendung solcher Mittel knüpfte sich ein bedeutender Fortschritt der mikroskopischen Technik.

Das stark lichtbrechende Mittel muss in dem Medium, in welchem die Gewebe früher lagen, löslich sein. Glycerin ist so ein stark lichtbrechendes Mittel und ist in Wasser löslich. Man kann daher Gewebe aus wässerigen Lösungen in Glycerin bringen, oder was dasselbe ist, Glycerin als Zusatzflüssigkeit zu dem mikroskopischen Präparate benützen. Terpentinöl ist noch stärker lichtbrechend, aber in Wasser nicht löslich. Man kann daher ein Gewebe aus wässerigen Lösungen nicht in Terpentin bringen. Alkohol ist aber sowohl in Terpentin als in Wasser löslich. Man bringt daher ein Gewebe, welches mit Terpentinöl getränkt werden soll, aus der wässerigen Lösung in absoluten Alkohol und aus diesem in Terpentin.

Hängen die Gewebe zu Membranen zusammen, dann kann man sie im frischen Zustande einfach ausbreiten, mit einem Tropfen indifferenter Flüssigkeit und dann mit dem Deckglase bedecken. Das gilt übrigens auch nur so lange, als die Membranen nicht zu dick sind.

Im Allgemeinen lassen frische Gewebe viel Licht durch und werden mit dem Absterben trübe. Will man daher todte Membranen auf dem Object-

1) Die Amniosflüssigkeit muss rein und nahezu geruchlos sein. Eine Spur von Fäulniss macht sie schon nicht empfehlenswerth. Der Zusatz von Jod soll die Flüssigkeit schwach weingelb färben.

träger ausbreiten und im durchfallenden Lichte ansehen, dann muss man, wenn sie nicht ausserordentlich dünn sind, stark lichtbrechende Flüssigkeiten anwenden. An sogenannten parenchymatösen Organen, wie Leber, Milz u. a., am centralen Nervensystem, an Knochen, kann man in der Regel weder im frischen noch im erhärteten Zustande etwas sehen, so lange man den Zusammenhang nicht stört. Man muss entweder kleine Stückchen zerzupfen, oder aber dünne Scheibchen schneiden.

A. Zupfpräparate. Solche werden auf dem Objectträger in einem sehr kleinen Flüssigkeitstropfen angefertigt. Es wird ein kleines Gewebsstückchen in den Flüssigkeitstropfen hineingebracht und dann mit zwei spitzen Nadeln erfasst und zerrissen. Faserige Gewebe werden aufgefasert, so weit als es das Sehvermögen des Präparators, die optischen Hilfsmittel mit inbegriffen, gestattet. Das Zerfasern frischer Gewebe gelingt aber in der Regel nicht so leicht, als an macerirten. Die Kittsubstanzen, welche die Formelemente verbinden, sind häufig zu fest und man zerreisst die letzteren leichter als die ersteren, daher man selten ganze Formelemente findet. Die Gewebe werden zu Isolationszwecken in macerirende Flüssigkeiten gebracht, damit eben die Kittsubstanz gelöst wird. Als solche werden angewendet Kalilösungen, Salpetersäure, doppeltchromsaures Kali, Müller'sche Flüssigkeit und in der neueren Zeit mit ausgezeichnetem Erfolge Jodserum. Zur Isolirung von Bindegewebsfibrillen werden Kalk- oder Baritwasser, zur Isolirung von quergestreiften Muskelfasern Maceration in sehr verdünnter Schwefelsäure bei einer Temperatur von 40° oder Kochen in einem Gemisch von chlorsaurem Kali und Salpetersäure angewendet. Die feinste Technik des Zerzupfens muss bei der Isolirung von Nervenzellen mit ihren Fortsätzen zur Anwendung kommen.

B. Schnittpräparate. Nur in seltenen Fällen kann man thierische Gewebe in frischem oder macerirtem Zustande in so dünne Scheibchen schneiden, als es zu einer Untersuchung mit mittelstarken Vergrösserungen nothwendig ist. Davon machen nur Zähne, Knochen und Knorpel eine Ausnahme. Die Knochen können im frischen Zustande mit feinen Sägen in Scheibchen geschnitten, diese auf rauhen Glasplatten mit Schmirgel geschliffen und auf glatten Wetzsteinen polirt werden. Knorpel können ohne Zubereitung mit dem Scalpell geschnitten werden. Die Zähne sind zu brüchig für die Anwendung der Säge. Man bereitet daher Zähne so zu, dass man sie mit Siegellack auf einen Kork befestigt und auf einem Drehstein schleift. In der Regel muss man künstliche Härtungsmethoden anwenden. Die einfachste und schönste Härtung ist die in einer Kältemischung. Man bringt das zu untersuchende Gewebe in eine Platinschale und setzt diese in die Mischung: so wie das Gewebe festgefroren ist, schneidet man es mit gekühlten Messern. Ein zweites vielfach in Anwendung gebrachtes Erhärtungsmittel ist der Alkohol. Man bringt das Gewebe in kleinere Stückchen zertheilt in Fläschchen mit absolutem Alkohol und wechselt diesen im Verlaufe von einigen Tagen mehrere Male, je

nachdem das zu erhärtende Object einen grösseren oder geringeren Wassergehalt hat. Für hautartige Ausbreitungen wurde das Kochen in Essig häufig in Anwendung gezogen. Diese Methode ist aber jetzt von so vielen besseren ersetzt, dass man sie mit Fug auflassen darf. Wenn man die Gewebe schon durch Kochen erhärten will, dann wähle man eine Flüssigkeit, die aus acht Theilen Wasser, einem Theile Creosot und einem Theile Essig besteht, lasse das Gewebe darin zwei bis drei Minuten kochen, und lege es dann zum Trocknen. Nach zwei längstens drei Tagen bekommt es eine Consistenz, die es zu Durchschnitten in ausgezeichneter Weise eignet. Die dünnen Scheibchen werden dann mit etwas verdünnter Essigsäure behandelt, in welcher die Gewebe wieder aufquellen; endlich kann man den Durchschnitt in Wasser oder Glycerin untersuchen. Wenn die gekochten Präparate längere Zeit liegen, werden sie allmählich so hart, dass sie sich zum Durchschnitte nicht mehr eignen. Dieselben Uebelstände bringt die Methode des Trocknens. Viel zweckmässiger ist es schon, Gewebsstücke zu selchen. Die Formelemente werden indessen bei all diesen Härtungsmethoden nicht so schön erhalten, wie bei der Aufbewahrung der Gewebe in Flüssigkeiten. Ein Härtungsmittel von ganz allgemeinem Werthe ist die Chromsäure. Man wendet diese in Lösungen von 0,25—2% an, und bringt die Gewebe in möglichst frischem Zustande in einen grossen Ueberschuss der Säure. Haut und Schleimhäute, Darm, Harnblase, Conjunctiva werden schon nach wenigen Tagen schnittfähig; man kann übrigens den Process dadurch abkürzen, dass man das Präparat aus Chromsäure in Alkohol wirft und es dort vierundzwanzig Stunden lässt. Die Erhärtung von Gehirn und Rückenmark nimmt längere Zeit in Anspruch. In der Regel faulen aber dabei die grösseren Stücke im Centrum, während sie an der Oberfläche erhärtet werden. Man muss sie daher in kleine Stückchen zerschneiden. Auch hier kann die nachträgliche Anwendung von Alkohol grossen Nutzen gewähren. Aehnlich wie Chromsäure wirkt das doppeltchromsaure Kali, nur viel langsamer. Man erreicht in doppeltchromsaurem Kali oder in Müller'scher Flüssigkeit das erst nach Wochen, was man in Chromsäure in Tagen erreicht. Doch haben die ersteren Flüssigkeiten vor der letzteren den sehr grossen Vortheil, dass die Gewebe nicht brüchig werden. In neuerer Zeit wird auch die Ueberosmiumsäure und Chlorpalladium in sehr verdünnten Lösungen ($^1/_5$—$^1/_{10}$ %) als Erhärtungsmittel angewendet.

Es sind verschiedene Vorrichtungen bekannt geworden, mit Hilfe welcher man feine Durchschnitte machen kann. Es wäre unzweifelhaft ein bedeutender Fortschritt, wenn die Erzeugung derselben von der Fertigkeit der Hände unabhängig gemacht werden könnte. Bis jetzt aber haben diese Vorrichtungen noch nicht jenen Grad der Vollkommenheit erlangt, um ihnen allgemeinen Eingang zu verschaffen. Es wird also bis jetzt immer noch aus freier Hand geschnitten, und die Schönheit der Präparate hängt noch von der grösseren oder geringeren Kunstfertigkeit des Präparators ab. Man soll nur mit Messern der besten Kategorie und der höchsten Schärfe schneiden, und zwar Objecte, die durch

Kochen gehärtet sind, mit Scalpellen, Objecte, die in Flüssigkeit gehärtet sind, mit grossen flachen Klingen.

Die fertigen Schnitte können ohneweiters angesehen werden oder sie werden noch mit Nadeln zugerichtet, oder durch sehr häufiges Pinseln oder Klopfen mit dünnen Stäben, oder auch durch anhaltendes Schütteln in Probirröhrchen von anhaftenden oder eingelagerten Formelementen befreit, und dann erst angesehen. Wenn die Gewebe brüchig oder zu klein sind, um sie mit den Fingern zu fassen, oder Höhlungen haben, die man gerne conserviren möchte, oder Unebenheiten, Hervorragungen auf der Oberfläche, wie Zotten, Papillen, und man auch durch diese Schnitte führen will, dann bedient man sich der sogenannten Einbettungsmethode.

Das Einbetten beruht darauf, dass man ein Gewebe in eine flüssige Masse taucht, welche sehr leicht zum Erstarren gebracht werden kann, und zwar bei gewöhnlicher Zimmertemperatur. Man bedient sich zu dem Zwecke erstens einer Mischung von Wachs und Oel, und zweitens einer concentrirten Gummilösung. Die erstere wird so zubereitet, dass man in eine Porzellanschale über einer kleinen Flamme Wachs und Oel in gleichen Mengen einträgt. Das Mischungsverhältniss beider kann übrigens variirt werden; je nachdem es sich herausstellt, ob die Masse zu fest oder ob sie zu weich ist, wird mehr Oel oder mehr Wachs zugesetzt. Das Gewebsstück, welches eingebettet werden soll, muss früher in Alkohol gebracht werden und da so lange bleiben, bis es durch und durch infiltrirt oder richtiger gesagt, bis es so weit als möglich entwässert ist. Je nach der Güte des Alkohols nimmt dieser Process längere oder kürzere Zeit in Anspruch. Bei absolutem Alkohol und kleinen Gewebsstücken reichen nur wenige Minuten hin. Dann bringe man das Gewebstück in feines Nelkenöl. Es ist dieses dem früher fast allgemein angewendeten Terpentinöl weitaus vorzuziehen, seines angenehmen Geruches wegen, ferner weil es sich nicht so leicht verflüchtigt und endlich, weil auch die Consistenz der Präparate eine für die Schnittführung günstigere wird. Im Nelkenöl muss das Object so lange liegen bleiben, bis es durchscheinend wird. So lange noch opake Flecken an demselben zu bemerken sind, ist die Infiltration mit Oel nicht vollendet. Dann wird eine Düte aus Papier bereitet, diese mit flüssig erhaltener Mischung angefüllt und das infiltrirte Gewebstück in die Düte, resp. in die flüssige Mischung gebracht. Bevor die Masse erkaltet, überzeuge man sich noch einmal von der Lage des Objectes und wenn sie einmal fest und opak wird, dann zeichne man sich auf der Oberfläche der Wachsmasse die Lage desselben an. So wie die Masse vollkommen kalt ist, können die Schnitte ausgeführt werden. Die Marke dient dann als Wegweiser für die Schnittführung. — Die Schnitte selbst müssen vom Messer abgeschwemmt werden. Es handelt sich bei dieser Einbettung in der Regel um sehr zarte Objecte, die wenig festen Zusammenhang haben, und dünne Schnitte aus solchen können nicht mit Nadeln oder Pincetten angefasst werden. Mit dem Schnitte wird auch immer eine Schichte Wachs abgetragen, und

diese muss durch Terpentin auf dem Messer gelöst werden; erst dann wird das Präparat flott und kann ohne Weiteres auf den Objectträger oder in ein Schälchen geschwemmt werden. Soll das Präparat keiner weitern Procedur unterworfen werden, dann schwemme man es gleich auf die Mitte eines Objectträgers, trockne diesen bis auf die Stelle, wo das Präparat liegt, sorgfältig ab, bringe auf letzteres einen Tropfen Dammarfirniss und lege ein Deckglas darauf. Das Präparat ist damit vollkommen versorgt, es kann in solcher Weise untersucht und Jahre lang aufbewahrt werden. Die Einbettung in Gummi ist umständlicher; sie eignet sich aber für Stücke, welche viel Bindegewebe enthalten, viel besser als die Wachseinbettung. Das Präparat braucht nicht in Oel gebracht zu werden. Es kann einen Tag in gewöhnlichem Alkohol aufbewahrt werden, von da unmittelbar in eine Papierdüte gelegt, welche mit einer sehr concentrirten Gummilösung ausgefüllt wurde, und dann die ganze Düte wieder in Alkohol zurückgelegt werden. Im Laufe von zwei bis drei Tagen wird der Gummi eine Consistenz bekommen, die ihn zum Schneiden sehr geeignet macht. Ueber diese Consistenz selbst kann keine bestimmte Angabe gemacht werden; sie muss sich der Härte des Gewebes anpassen. Sehr weiche Gewebe werden sich besser schneiden lassen in einer Masse, welche nicht zu hart geworden ist und umgekehrt. Die Schnitte können dann mit Wasser abgeschwemmt werden. Dieselben können ferner gleich auf den Objectträger gebracht, mit einem Tropfen Glycerin bedeckt und so angesehen, oder aber noch einer weitern Procedur unterworfen werden. Will man für erstere Fälle das Präparat dauernd aufbewahren, so trockne man die Ränder des Deckgläschens von dem überfliessenden Glycerin ab und streiche an dieselbe eine Lackschichte, welche an der Luft erhärtet. Zu solchen Zwecken wird eine Auflösung von Asphalt in Terpentin als sogenannter Asphaltlack oder andere ähnliche Mittel in Anwendung gebracht. Die Aufbewahrung von Präparaten in Glycerin ist übrigens unverlässlich und man soll, wenn es nur immer angeht, jene in Dammarfirniss vorziehen. Schnitte, die aus Wasser kommen, können noch einmal in Alkohol und von Alkohol in Nelkenöl und von Nelkenöl in Damar gebracht und aufbewahrt werden.

Contouren, welche an den Präparaten von vornherein nicht sichtbar sind, können durch die Behandlung derselben mit Farbstoffen deutlich gemacht werden. Das Princip dieses Hilfsmittels liegt darin, dass verschiedene Bestandtheile der Gewebe sich mit den Farbstoffen verschieden schnell, oder dass sich mit diesen überhaupt nur gewisse Bestandtheile, andere gar nicht verbinden. Die Gewebe werden in Lösungen der Farbstoffe getaucht, eine gewisse Zeit darin gelassen und dann gewaschen.

Die Concentration der Lösung steht c. p. im verkehrten Verhältnisse zu der Zeit, welche nöthig ist, um gewisse Erscheinungen hervorzurufen. Es ist deswegen zweckmässig, die Lösung sehr verdünnt zu nehmen, und dafür die Dauer der Einwirkung zu vergrössern. Je langsamer diese vor sich geht, um so mehr Spielraum ist für genaue Versuche gegeben.

Wir können die färbenden Reagentien in solche theilen, deren Lösungen im durchfallenden Lichte schon jene Absorptionsfarbe zeigen, welche dem Gewebe ertheilt werden soll, in solche, welche dem Gewebe eine von ihrer eigenen Absorptionsfarbe verschiedene ertheilen, und endlich in solche, deren Lösungen keine bestimmte Farbe absorbiren, wie wir uns ausdrücken, farblos sind.

In den beiden letzteren Fällen muss nach der Infiltration noch ein chemischer Process vor sich gehen.

Ein Beispiel für den ersten Fall ist Carmin, dessen Lösungen in alkalischen Flüssigkeiten die dem Gewebe zu ertheilende Farbe haben, für den zweiten Fall Chlorgold, dessen Lösungen blassgelb sind, während das Gewebe durch diese gesättigt violett werden soll; für den dritten Fall endlich salpetersaures Silberoxyd, dessen Lösungen farblos sind, dennoch aber dunkelbraun färben. Die nachträgliche chemische Veränderung kann ohne weiteres Zuthun eintreten, oder es müssen diese noch besonders unterstützt werden. Die Gewebe in verdünnten Lösungen von Ueberosmiumsäure werden je nach ihren chemischen Eigenschaften früher oder später schwarz ohne jedes Zuthun. Die Gewebe, welche aus Silberlösungen kommen, müssen aber erst belichtet werden, um den chemischen Process, nämlich die Reduction einer Silberverbindung, einzuleiten.

Gerlach hat die Tinctionsmethode in die Wissenschaft eingeführt. Seine ersten Erfahrungen bezogen sich auf das Carmin. Heute ist die Zahl der färbenden Reagentien auf eine beträchtliche Zahl gestiegen. Man färbt mit Safrantinctur, mit Anilin, mit Indigcarmin, Hämatoxylin, Pikrinsäure, dann mit salpetersaurem Silberoxyd, mit Chlorgold, Chlorpalladium und Ueberosmiumsäure.

Wenn man frische Membranen in Chlorsilber oder Chlorgold baden will, thut man am besten, die Stücke aus dem lebenden Thiere zu schneiden und ohne weitere Zubereitung in die reine Lösung zu werfen. Dann lasse man die letztere, so lange als die Einwirkung dauern soll, an einem dunklen Orte stehen. Endlich hole man die Stücke mit spitz ausgezogenen Glasstäben aus der Lösung, spüle sie ab und setze sie der Belichtung aus.

Gewebsstücke aus Silberlösungen kann man in Wasser, in Alkohol oder in Glycerin werfen und dem Lichte aussetzen, oder aber man fertigt das Präparat zur mikroskopischen Untersuchung in Glycerin und lässt es vierundzwanzig Stunden liegen. Präparate aus Chlorgold bringe man nach der Imprägnation in schwach mit Essigsäure angesäuertes Wasser.

Soll die Wirkung eine tiefere sein, dann pinsle man die Membran, bevor sie abgetragen wird, mit einem feuchten Pinsel energisch ab. So z. B. das Centrum tendineum des Kaninchens von der Bauchhöhlen- und Brusthöhlenseite, die Cornea von der vorderen Fläche und trage sie erst dann ab.

Bei nicht hautartigen Ausbreitungen, bei Geweben also, welche erst zerzupft oder geschnitten werden müssen, um einer mikroskopischen Beobachtung zugängig gemacht zu werden, kann man das fertige Präparat auf dem Objectträger tingiren, daselbst waschen und dann lege artis eindecken.

Lösungen, welche nur auf frische Gewebe wirken, wie z. B. salpeter-

saures Silberoxyd, wird man selbstverständlich nur an Schnitten aus frischen und nöthigenfalls durch Frieren erhärteten Geweben anwenden. Andererseits wird man Farbstoffe, welche die frischen Gewebe nicht angreifen, wie Carmin, wieder nur auf Schnitte anwenden, welche aus getrockneten oder durch chemische Reagentien gehärteten Stücken angefertigt werden. Die speciellen Anwendungsweisen für die verschiedenen Gewebe werden in den betreffenden Capiteln abgehandelt werden. Der Erfolg hängt zuweilen zu sehr von einer bestimmten Methode ab, als dass es zweckmässig wäre, diese allgemein zu fassen.

Neben der Färbung der Gewebe durch Eintauchen in Lösungen spielt noch jene durch Einspritzung eine Rolle. In früheren Zeiten wurde nur zu einem Zwecke eingespritzt, das war um die Blut- oder Lymphbahnen durch gefärbte Massen sichtbar zu machen. Die Structur der Gefässwände kam dabei nicht in Betracht. Jetzt injicirt man auch zu dem Zwecke, um die Structur der Wände aufzuhellen. Es kann zu diesem Zwecke beispielsweise eine Lösung von salpetersaurem Silberoxyd eingespritzt werden. Zu solchen Lösungen muss das Röhrchen, welches in die Blutbahn eingebunden werden soll, die Canule genannt, aus Glas oder Platin sein und mit der aus gleichem Material verfertigten Spritze durch einen Kautschukschlauch verbunden werden.

Statt der Spritzen wendet man auch Apparate an, aus welchen die Injectionsmasse durch Luftdruck ausgetrieben wird. Diese Form der Injection, mit Erfolg zuerst von Ludwig ausgeführt, ist weitaus sicherer und eleganter, als die mit der Spritze. Die Injectionsmasse wird ein für alle Mal in eine Woulf'sche Flasche gebracht, deren Grösse sich nach der Masse der zu verwendenden Flüssigkeit richtet. In einem Halse der Flasche steckt luftdicht ein auf den Boden reichendes Rohr, dessen oberes Endstück rechtwinklig umgebogen und zu einer Spitze ausgezogen ist. Der andere Hals der Flasche ist mit einem kurzen und gleichfalls rechtwinklig gebogenen Rohre montirt. Verbindet man dieses mit einem Apparate, aus welchem mit einer bestimmten Kraft Luft ausgetrieben wird, so muss die Injectionsmasse aus dem anderen Rohre ausgetrieben werden. Hat man nun die mit einem kurzen Kautschukschlauch verbundene Canule in ein Blutgefäss gebunden, diese übrigens nachträglich durch ein spitz ausgezogenes Glasröhrchen mit einer indifferenten Flüssigkeit gefüllt, dann kann man den Apparat in Thätigkeit setzen, und sobald man sieht, dass die Masse an der ausgezogenen Spitze der Woulf'schen Flasche zu spritzen beginnt, schiebt man jene Spitze rasch in das Kautschukrohr der Canule und lässt übrigens den Apparat so lange arbeiten, als die Injection dauern soll. Zum Austreiben der atmosphärischen Luft ist der Queeksilber-Apparat von Hering sehr geeignet. In Ermangelung eines solchen wende ich den Wasserstrahl der Wasserleitung nach demselben Principe an. Der Luftdruck des Apparats wird durch ein Manometer gemessen, und durch Verlangsamung oder Beschleunigung des Zuflusses von Quecksilber oder Wasser auch die Injectionsgeschwindigkeit regulirt.

Wenn Blutgefässe injicirt werden sollen, muss die Canule für alle Fälle in das Lumen eines Gefässes eingeführt und befestigt werden. Lymphgefäss-injectionen werden nach LUDWIG durch Canulen ausgeführt, welche in das Gewebe eingestochen und fest eingebunden werden.

Die Canulen sollen am freien Ende wie Schreibfedern ausgeschnitten sein und hinter der Mündung einen Sulcus haben, um dem Bindfaden Halt zu geben.

Bei der Injection der Blutgefässe muss man alle Abflusswege bis auf einen abbinden und die Injection nicht eher aussetzen, als bis die Masse auf diesem einen Wege reichlich ausgeflossen ist. Bei gleichmässigem langsamen Druck verbreitet sich die Masse allmählich in alle Regionen des zu injicirenden Organs, wenn auch die Masse an einer Stelle ausfliesst. Injectionen mit Silberlösung sollen wenigstens eine halbe Stunde unter sehr gelindem Drucke fortgesetzt werden. Nach Beendigung der Injection braucht aber in diesem Falle kein Gefäss abgebunden zu werden. Man braucht das Organ nur in verdünnten Alkohol zu werfen und es so aufzubewahren.

Wenn es darauf ankommt, die Blutbahnen und nicht die Gefässwände sichtbar zu machen, so wendet man farbige Masse an. Sollen Venen und Arterien von einander geschieden werden, dann injicirt man jede gesondert mit einer Masse, welche nicht in die Capillaren dringt. Als Träger des Farbstoffes wird dann häufig Wachs und als Farbstoff ein körniges Pigment angewendet, wie Zinnober, Mennige u. a. Die Injection kann natürlich nur mit warmer Spritze und in erwärmte Organe stattfinden, da sonst die flüssige Injectionsmasse zu rasch erstarrt.

Nach solchen Injectionen ist das Gewebe nicht mehr zu untersuchen. Man bekommt nur die Gefässverzweigung als ein- oder mehrfarbiges Netz zu sehen. Selbstverständlich ist hier auch nur auffallendes Licht in Anwendung zu bringen. Solche Injectionspräparate werden auch zu sogenannten Corrosionspräparaten angewendet. Man legt nämlich das injicirte Organ in Reagentien, welche das Gewebe zerstören, die injicirte Masse aber intact lassen. Dadurch erhält man das Gefässgerüst aus gefärbtem Wachs. Solche Präparate können in mannichfacher Weise unter Glas und Rahmen verschlossen werden.

Viel häufiger wendet man jetzt die Injection mit durchsichtigen Lösungen an. Man bindet dann die Canule in die Arterie ein und lässt durch eine Vene abfliessen. Die gelösten Massen dringen durch die Capillaren, während die grobkörnigen Pigmente an diesen ein Hinderniss des Vordringens finden. Bei Injectionen mit gelösten Massen kann man daher auch nicht Venen und Arterien unterscheiden. Aber man kann die Präparate so wie nicht injicirte zu mikroskopischen Präparaten herrichten. Man kann sie durch Kältemischungen oder Alkohol härten und dann in Scheibchen schneiden.

Bei diesen Injectionen muss darauf gesehen werden, dass die Gefässe einen gewissen Körper, eine gewisse Füllung erlangen. Die Bilder werden dadurch plastischer und sind überhaupt den natürlichen Verhältnissen näher.

Daher ist es zweckmässig, den Farbstoff in einer Masse zu lösen, welche

leicht zum Coaguliren gebracht werden kann und dann noch alle Vortheile bietet, die ein erhärtetes Gewebe bieten soll. Man wendet jetzt allgemein feinsten Leim an: man löst ihn in Wasser auf dem Wasserbade, färbt ihn, sobald er gelöst ist, durch Eintragen des vorher gelösten Farbstoffs und füllt die warme Masse in die zum Injiciren bereite Woulf'sche Flasche, welche ihrerseits wieder in einem warmen Wasserbade gehalten werden muss. Die Injection mit Leim ist ziemlich mühsam, wenn es sich um feine Wege handelt. Da erstarrt die Masse zu leicht. Man muss daher auch das zu injicirende Organ in einen warmen Raum, womöglich über ein Wasserbad bringen, welches neben dem früher genannten Wasserbade angebracht ist.

Als Farbstoff benützt man jetzt zumeist lösliches Berlinerblau und Carmin, den letzteren aber nicht vollkommen gelöst, sondern man präcipitirt einen Theil des durch ein Alkali gelösten Carmins durch schwaches Ansäuren wieder. Ausserdem wendet Thiersch, dessen transparente Injectionen ein Muster dieser Technik sind, noch transparentes Gelb und Grün an. Das erstere stellt er aus einfach chromsaurem Kali und salpetersaurem Bleioxyd, das letztere aus einer Mischung dieses Gelb mit Blau dar. Wenn die Leiminjection vollendet ist, müssen die offenen Gefässe abgebunden werden und das Organ in eine weithalsige Flasche mit Alkohol, ohne gedrückt zu werden, eingeführt und aufgehängt werden. Um den Uebequemlichkeiten der warmen Injection zu entgehen, schlägt Beale eine kalte Masse vor, bestehend aus dem Farbstoffe, Wasser, Glycerin und Spuren von Salzsäure. Die fertig injicirten Organe werden in absoluten Alkohol gelegt und dann in derselbe Weise behandelt, wie die früher genannten. Die Injectionen mit kalter Masse sind sehr bequem, die Gefässe bekommen auch eine sehr schöne Farbe, aber man muss auf einen Körper, auf eine gewisse Plastik derselben verzichten.

Eine sehr bedeutende Rolle in der Injectionstechnik spielen endlich die Selbstinjectinnen. Für das Gefässsystem der Frösche ist diese Methode seit lange in Gebrauch. Man sticht ein mit Farbstoff gefülltes ausgezogenes Glasrohr in die Hohlvene und lässt das Herz selbst pumpen. Kühne und Chrzonszczewsky haben die Gallenwege lebender Thiere durch Farbstoffe selbst injiciren lassen, welche sie in die Jugularis eingespritzt hatten. Toldt hat endlich in der neuesten Zeit nach einer ähnlichen Methode die Lymphbahnen injicirt.

Bei den Gallenwegen wurde aber ein gelöster Farbstoff (Indigcarmin) angewendet, um durch die Leberzellen in die Gallenwege geleitet zu werden. Bei den Lymphbahnen aber wurde ein körniges Pigment in das Blut geführt und zwar Anilin, welches aus einer alkoholischen Lösung durch Wasser gefällt wurde.

An die Anwendung körnigen Pigments knüpft sich noch die in neuester Zeit wichtig gewordene Fütterungsmethode. Davon wird im ersten Capitel dieses Buches ausführlicher gesprochen werden.

Capitel I.

Allgemeines über die Zelle.

Von

S. Stricker.

Selbständigkeit der Zellen. Im Jahre 1835 leitete Joh. Müller einen Aufsatz über Organismus und Leben[1] mit folgenden Worten Kant's ein: »Die Ursache der Art der Existenz bei jedem Theile eines lebenden Körpers ist im Ganzen enthalten, während bei todten Massen sie jeder Theil in sich selbst trägt.«

Es erhellt daraus zur Genüge, welche Rolle man damals vom Standpunkte des Biologen den mikroskopischen Gewebsbestandtheilen zuschreiben möchte. Man unterschied unter dem Mikroskope Fasern, Zellen, Kugeln und Körnchen, und man stellte sich vor, dass diese Gebilde in ihrem Wachsthume nicht selbständig, sondern von den Gefässen beeinflusst seien; man unterschied sie deswegen von den pflanzlichen Geweben, denen ein selbständiges Leben zukommt.

Einzelne Erfahrungen haben indessen dahin geführt zwischen Pflanzen und Thierzellen Vergleiche anzustellen. So wies Joh. Müller auf die Aehnlichkeit der Zellen der Chorda dorsalis mit Pflanzenzellen, ferner Valentin, als er die Kerne der Epidermiszellen entdeckte, auf die Aehnlichkeit jener mit den Kernen der Pflanzenzellen hin.

Einen entscheidenden Schritt vorwärts machte Henle[2] durch den Nachweis, dass die Oberhautzellen von den unteren Schichten gegen die oberen hin an Durchmesser zunehmen. Es war damit ein Wachsthum ohne Gefässvermittelung bekannt geworden.

Schwann[3] hat die einzelnen Vergleiche und Hinweise von Thier- auf Pflanzenzelle durch einen weittragenden principiellen Ausspruch überholt. Die Thierzellen, sagte Schwann, sind den Pflanzenzellen durchaus analog, die Thierzellen sind selbständig in ihrem Wachsthume wie diese; die Gefässe

1) Physiologie I. 1835. 2) Symb. ad. anat. vill. intest. Berlin 1837.
3) Mikroskop. Untersuchgn. 1839.

des Thierleibes veranlassen nur Unterschiede in der Vertheilung der ernährenden Flüssigkeit.

Joh. Müller[1] hat sich diesem Ausspruche unbedingt angeschlossen. Seine Aeusserung, dass Schwann's Arbeiten das Bedeutendste enthalten, was bis dahin auf dem Gebiete der Histologie geleistet worden sei, hat gewiss nicht wenig dazu beigetragen diesen Arbeiten raschen Eingang zu verschaffen.

Virchow verglich schon den Gesammtorganismus mit einem freien Staate gleichberechtigter wenn auch nicht gleichbegabter Wesen. Die Anschauung über die biologische Bedeutung der Gewebsbestandtheile, speziell der thierischen Zelle war somit eine vollkommen andere geworden.

Der Anstoss zur weiteren Ausbildung solcher Ideen kam von den Untersuchungen der niederen Thierformen. Dujardin[3] hatte im Jahre 1835 an niederen Thieren eine bewegungsfähige contractile Substanz entdeckt; er nannte sie Sarkode. Die fesselnden Erscheinungen, welche die lebende Sarkode bietet, haben die Aufmerksamkeit vieler Forscher wie Meyen[4], Huxley, Max Schultze, Joh. Müller u. a. auf sich gelenkt; sie wurde als eine nur den niederen Thieren eigenthümliche contractile Substanz betrachtet, und man schrieb ihr eine ohne Nerven vermittelte Reizbarkeit zu[5]. Meyen's Versuch, die Infusorien als einzellige Organismen aufzufassen wurde zwar zurückgewiesen, aber man wusste doch, dass ein Klümpchen Sarkode ein für sich lebendes selbständiges Individuum sein kann.

Die Entdeckung Siebold's[6], dass die Dotterkugeln der Planarieneier wechselnde Zusammenziehungen und Ausdehnungen zeigen, welche unter passendem Schutz Stunden lang andauern, und alle darauf folgenden Entdeckungen über ähnliche Bewegungen oder Formveränderungen der farblosen Blutzellen der Pigmentzellen etc. haben schon Kölliker[7] veranlasst, die Vermuthung auszusprechen, dass der Inhalt aller Zellen contractil sei.

Bestimmter hat sich darüber Virchow[8] ausgesprochen, indem er die Flimmerbewegung auf Rechnung einer contractilen Substanz setzt. Er schloss dies aus der Entdeckung, dass unter Umständen diese Bewegungen durch verdünnte Lösungen fixer Alkalien nach dem Erlöschen wieder anzuregen sind.

Leydig[9] wies auf die Bedeutung hin, die der Nachweis hätte, dass die Bewegungen der Dotterkugeln, wie sie Ecker auffasst, Lebenserscheinungen sind.

Kühne[10] stellte vergleichend physiologische und chemische Studien an zwischen Muskelsubstanz und Sarkode und parallelisirte die Reizbarkeit beider sowie ihre Veränderungen beim Absterben.

Bei alldem wurde aber die Sarkode als ein von den thierischen Zellen verschiedener, als ein Körper sui generis aufgefasst.

1) Jahresb. 1839. 2) Ann. d. sciences nat. Tom. VII.
3) Ann. d. sciences. Tom. nat. III. u. V.
4) s. einschlägige Liter. in: E. Haeckel die Radiolarien 1862.
5) Vgl. Max Schultze Organis. d. Polythalamien, 1854. 6) Froriep. Notizen Nr. 380. p. 85.
7) Würzb. Verh. Bd. VIII. 8) Arch. Bd. V. 9) Handbuch der Histologie 1856.
10) Müll. Arch. 1859. p. 817.

Erst Max Schultze[1] hat gezeigt, dass die Sarkode analog ist dem Körper oder Inhalte der thierischen Zelle, dass demgemäss die selbständig lebenden Infusorien einfache oder zusammengesetzte (verschmolzene) Zellen sind.

Dadurch hat Schwann's Lehre eine Erweiterung erfahren. Die Zelle war nach der jetzt gewonnenen Auffassung das typische Formelement nahezu der ganzen organisirten Schöpfung.

Die vorhergegangenen Arbeiten über die contractile Sarkode konnten jetzt für die Lehre von den thierischen Zellen verwerthet werden. Die erneuten Parallelarbeiten endlich über Sarkode und Pflanzenprotoplasma einerseits und thierische Zellen andererseits, wie sie durch E. Brücke[2], E. Haeckel[3], Max Schultze[4] und W. Kühne[5] aufgenommen worden, haben die Lehre von dem selbständigen Leben der Zellen in dem kurzen Zeitraume mehr gefördert als die vorhergegangenen zwei Decennien.

Brücke, welcher die Zellen als Elementarorganismen anspricht, giebt den Ideen, deren Entwickelung hier flüchtig skizzirt wurden, folgenden treffenden Ausdruck.

»Bedenken wir, sagt er, wie complicirt die mechanischen Einrichtungen sein müssen, welche den selbständigen Bewegungen der Zellen zu Grunde liegen, und bedenken wir, dass wir bis jetzt nur die mittelst des Mikroskops wahrnehmbaren Bewegungen berücksichtigt haben, dass wir noch keine Rücksicht genommen haben auf Einrichtungen, vermöge welcher sich der kleine Organismus ernährt, wächst und seines Gleichen erzeugt, auf die Einrichtungen, vermöge welcher er spezifische Wirkungen ausübt. Bedenken wir dies alles, so müssen wir anerkennen, dass wir es mit Organismen zu thun haben, deren Complication wir zwar insofern nicht mit der der Thiere vergleichen können, als wir bis jetzt kein Recht haben anzunehmen, dass sie sich wieder aus zahllosen kleinen Organismen zusammensetzen, von denen wir aber immerhin zugeben müssen, dass sie einen höchst kunstvollen Bau darstellen, dessen wesentliche architectonische Elemente unserem Blicke bis jetzt vollständig entzogen sind.«

Zellenschema. Johannes Müller hatte nachgewiesen, dass die Zellen der Chorda dorsalis mit eigenthümlichen Wänden versehen seien. Schwann hat in solchen Zellen (Frosch) die Kerne entdeckt, und wurde dadurch zuerst auf die Analogie zwischen Thier- und Pflanzenzellen geführt. Hier war eine von einer Wand begrenzte Höhle und in dieser ein Kern.

Es ist unter den thierischen Geweben kaum ein Bild anzutreffen, welches einladender wäre zum Vergleiche mit dem was die Botaniker Zellen nennen (siehe pag. 5).

Alle thierischen Zellen sollten nun nach demselben Schema gebaut sein,

1) Müll. Arch. 1861. p. 17.
2) Elementarorganismen, Wien. Sitzungsb. 1861. 3) l. c.
4) Protopl. d. Rhizopoden, Lpzg. 1863. 5) Protoplasma und die Contractilität, Lpzg. 1864.

nämlich eine Wand besitzen, welche eine Höhle abgrenzt; in der Höhle sollte ein flüssiger Inhalt und ein Kern liegen. Wo man die Membran nicht sah, wurde sie erschlossen, oder angenommen. An der Eizelle war die Membran von Krause[1] aus den doppelten Contouren erkannt worden. Sonst aber wurde diese Art der Beweisführung nicht strenge gehandhabt. Die Membranen der Blutkörperchen glaubte C. H. Schultz aus ihrem Verhalten gegen Wasser erschliessen zu dürfen. Da quellen nemlich die Blutkörperchen auf, werden kugelig, und er glaubte, dass in diesen Kugeln der Kern herumrolle.

Die Eiter- oder Schleimkörperchen endlich hatten auch für Schwann keine nachweisbaren Membranen, aber als runde Kügelchen mit einem Kern glaubte er sie für Zellen halten zu dürfen, weil dies die Elementarform aller thierischen und pflanzlichen Zellen ist

Mit dem Schwann'schen Prinzipe der Analogie von Thier- und Pflanzenzelle fand auch das Schema Eingang.

Die vereinzelten Widersprüche gegen dieses allgemeine Schema blieben wirkungslos, so lange mit demselben auch die ganze Lehre Schwann's bekämpft wurde, wie es z. B. bei Arnold[2] der Fall war.

Mit Sicherheit und auf dem Boden der Schwann'schen Errungenschaften hat Leydig[3] das erwähnte Schema verlassen. Er sagt: der Inhalt der Zellen ist von höherer Dignität, als die Membran, jene ist das Substrat für die sensiblen und irritiblen Processe. Zum Begriffe einer Zelle fordert er nur ein Klümpchen Substanz, das einen Kern einschliesst. Die Zellenmembran ist nach ihm nur mehr die erhärtete Grenzschicht der Zellensubstanz.

Es gelang aber erst Max Schultze die Histologen dem Bläschenschema dauernd abwendig zu machen. Bei Max Schultze hat sich an die neue Definition der Zelle, wie schon hervorgehoben wurde, eine Erweiterung der Schwann'schen Lehre geknüpft. Max Schultze definirte die Zelle gleichfalls als ein Klümpchen Substanz (Protoplasma) mit einem Kerne. Das Gewicht dieser Definition lag aber nicht darin, dass die Membranen vieler Zellen geleugnet wurden; das ist vor Max Schultze häufig mit grösserem oder geringerem Erfolge geschehen. Das Wesentliche lag darin, dass die Uebereinstimmung des sogenannten Zellinhalts mit der thierischen Ursubstanz oder Sarkode erkannt wurde.

Man war dadurch auf dem Wege der Ergründung des Lebens zwar wenig vorwärts gekommen. Man wusste so wenig von den Vorgängen in der lebenden Substanz als man von den Vorgängen im Bläschen wusste; ja vielleicht noch weniger, da man sich für das Bläschen alles mit der Diffusion zurecht machte, und man nun anscheinend gezwungen war, die Vorgänge anders zu erklären. Mit dem reizbaren selbständigen Thiere aber war man vertraut, nicht so mit dem reizbaren, selbständigen und doch auf Diffusionskost gesetzten Bläschen. Die Begriffe lebender Zellleib oder Elementarorganismus (Brücke

1) Müll. Arch. 1837. p. 139. 2) s. dessen Anatomie 1845. I. Band. p. 144. 3) l. c.

haben den Biologen ausserordentlich befriedigt, gerade so, als es uns befriedigt zu hören, dass ein Geräusch in unserer Schlafkammer, über dessen geheimnissvolle Ursache wir lange vergeblich speculirt haben, von einem uns bekannten Gegenstande herrührt.

Solche Membranen der thierischen Zellen, welche nicht aus dem Vorhandensein doppelter Contouren erschlossen werden konnten, wurden von einsichtigen Histologen mit dem Primordialschlauche der Pflanzenzellen und nicht mit der Cellulosenhülle verglichen. Die Botaniker unterscheiden nämlich an der Pflanzenzelle eine Cellulosenhülle, nach innen von dieser das Protoplasma (H. v. Mohl[1]), welches den Kern und den festen und flüssigen Zellinhalt einschliesst. Das Protoplasma sollte nun nach aussen, da wo es an die Cellulosenwand grenzt, von einer sehr dünnen Membran, dem Primordialschlauche, umgeben sein. Pringsheim[2] hat aber gezeigt, dass ein solcher Primordialschlauch nicht existirt, sondern dass an der Innenfläche der Cellulosenwand das Protoplasma liegt. Der Name Protoplasma wurde schon von Remak für den Inhalt der Thierzelle in Anwendung gebracht. Max Schultze schlug vor den lebenden Zellleib so zu benennen, und seit damals wird der Ausdruck Protoplasma in unserer histologischen Literatur sehr häufig gebraucht.

Max Schultze[3] geht in der Begründung seiner Definition von den embryonalen Zellen aus.

»Die wichtigsten Zellen, sagt er, diejenigen, in welchen sich das Grossartige des Zellenlebens, eine unbeschränkte Macht in Betreff der Gewebebildung am klarsten abspiegelt, sind offenbar die aus der Theilung der Eizellen hervorgegangenen Embryonalzellen. Sie sind es, die wir als das wahre Urbild von Zellen ansehen können, und an diesen ist eben nichts weiter aufzufinden, als ein Klümpchen Protoplasma und ein Kern. Der Kern sowohl, als das Protoplasma sind Theilproducte der gleichen Bestandtheile einer anderen Zelle. Die Zelle führt ein in sich abgeschlossenes Leben, dessen Träger vorzugsweise das Protoplasma ist, obgleich auch dem Kern jedenfalls eine bedeutende, freilich bis jetzt nicht näher zu bezeichnende Rolle zufällt. Das Protoplasma ist zunächst nach aussen durch nichts weiter abgeschlossen, als dadurch, dass es sich mit dem umgebenden Medium nicht mischt, und durch die Eigenthümlichkeit, mit dem Kern ein Ganzes zu bilden. Auf der Oberfläche des Protoplasma kann sich aber aus demselben eine chemisch differente Membran bilden, und man könnte die Behauptung vertheidigen, dass dies ein Zeichen beginnenden Rückschritts sei. Eine Zelle mit Membran kann sich als Ganzes nicht mehr theilen, nur das in die Membran eingeschlossene Protoplasma theilt sich. Eine Zelle mit einer vom Protoplasma chemisch differenten Membran ist wie ein enkystirtes Infusorium.«

Brücke[4] geht in der Definition der Zelle noch weiter und sagt, es sei nicht erwiesen, dass der Kern zum Begriff einer Zelle unerlässlich sei.

Brücke stützt sich hauptsächlich darauf, dass bei den Kryptogamen Zellen bekannt sind, in welchen keine Kerne wahrgenommen werden. »Wir haben,

1) Vermischte Schriften botan. Inhalts 1845. 2) Bau u. Bildung d. Pflanzenzellen 1854.
3) l. c. p. 8. 4) Die Elementarorganismen. p. 18—22

sagt er, weder über die Entstehung noch über die Function der Kerne irgend welche positive Kenntniss, ja selbst die Constanz seines Vorkommens scheint wesentlichen Einschränkungen unterworfen zu sein, wenn man die Zellen der Kryptogamen mit in Betracht zieht, und nicht von vornherein voraussetzt, dass der Kern auch da, wo man ihn nicht sieht, dennoch vorhanden sein müsse.«

Bei der strengsten Erwägung der einschlägigen Erfahrungen gewinnen Brücke's Zweifel sehr vielen Halt.

Max Schultze [1] hat im adriatischen Meere eine kernlose Amoebe (Am. porrecta), E. Haeckel im Mittelmeere einen grösseren kernlosen [2] Protisten (Protogenes primordialis) entdeckt und Cienkowsky [3] endlich hat zwei kernlose Monaden, nämlich Monas amyli und Protomonas amyli, beschrieben. Haeckel sagt von seinem Protisten aus, dass dieser sich durch Theilung vermehre.

Es ist ferner eine durch Baer bekannt gewordene Thatsache, dass im befruchteten Eie das Keimbläschen, das ist der Kern der Eizelle, schwindet, und dass die Fortentwickelung mit einer neuen Kerngeneration beginnt. Für das Froschei muss ich mich den aufgetauchten Zweifeln gegenüber entschieden an Baer anschliessen. Ich habe eine grosse Anzahl vergleichender Untersuchungen angestellt zwischen befruchteten und unbefruchteten Eiern und nach derselben Methode bei den letzteren in der Regel das Keimbläschen, bei den ersteren aber entweder eine Höhle oder keine Spur auch nur der Lage des Bläschens angetroffen.

Die Eier höher organisirter Thiere durchlaufen bekanntlich sehr verschiedene Entwickelungsstufen oder Höhen, bis sie den Zustand erreichen, auf welchem sie ihr Leben beschliessen. Die aufsteigenden Entwickelungsstufen lassen sich ohne Zwang mit den aufsteigenden Organisationsstufen der jetzt lebenden Thierwelt vergleichen. Es liegt uns daher nahe anzunehmen, dass der Anfang der Entwickelung der niedersten Thierform entspreche. Die kernlosen Kryptogamen, die kernlosen Protisten, welche jetzt bekannt sind, sprechen lebhaft für eine solche Analogie.

Wollen wir daher consequent sein, wollen wir uns nicht vorstellen, dass die kernlosen niederen Thier- und Pflanzenkörper und die befruchtete Eizelle eine besondere Stellung einnehmen, eine Stellung, welche in das die ganze übrige organisirte Schöpfung umfassende Prinzip nicht hineinpasst, dann müssen wir den Kern aus dem Schema für einen Elementarorganismus fortlassen. Wir müssen also fortan Formelemente höherer Thiere oder selbständig lebende Körperchen mit dem historischen Namen Zellen ansprechen, auch wenn wir an ihnen nichts mehr entdecken, als ein Klümpchen thierischer Ursubstanz, oder Protoplasma. Principiell wird daran nichts geändert werden, auch wenn nachgewiesen wird, dass der Kern, da wo er vorhanden ist, eine ausserordentlich wichtige Rolle spielt.

1) Organis. d. Polythalam. 1854.
2) Zeitschr. f. w. Zoolog. 1865. Bd. XV.
3) Max Schultze, Arch. 1865.

Ich [1] habe gezeigt, dass kernlose Protoplasmastückchen, die vermuthlich nur Reste von Zellen ausmachen, noch Lebenserscheinungen bieten können.

Ich weiss jetzt auch, dass an anderen Orten, wo viele junge Zellen beisammen sind, auch abgerissene Stücke vorkommen etwa von der Grösse eines Kernkörperchens, die, wenn sie auf der Objectplatte festsitzen, sehr lebhafte Bewegungen ausführen können, und dies namentlich thun, wenn man die Objectplatte auf 38°—40° erwärmt.

Dürfen wir nun in Consequenz unserer Definition auch diese Klümpchen als Zellen betrachten? Und werden wir folgerichtig diesen Namen auch allen kleinsten Theilchen beilegen, die wir, mit noch besseren Instrumenten bewaffnet, wahrnehmen und als selbständig bewegungsfähig erkennen werden? Bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse werden wir das sicherlich nicht thun. Wir werden solche Klümpchen als lebende oder organisirte Materie ansprechen, und werden das ohne Rücksicht auf die räumliche Ausdehnung so lange thun, als unsere optischen Hilfsmittel es gestatten, die zu solcher Aussage nöthigen Beobachtungen zu machen.

Zellen aber werden wir diese Klümpchen nicht nennen, ebensowenig als wir das ausgeschnittene Herz einer Schildkröte mit dem Namen des ganzen Thieres belegen. Damit wir ein isolirtes Klümpchen lebender Materie eine Zelle nennen, müssen wir daran die ganze Gruppe von Erscheinungen wahrnehmen, welche ein selbständiges Thierindividuum, einen selbständigen Organismus charakterisiren.

Physiologische Eigenschaften der Zellen. Die contractile Substanz oder das Protoplasma erscheint uns bei den besten optischen Hilfsmitteln gesehen gleichartig, ohne Structur. Es kommt aber selten rein vor; häufig trägt es kleine Körperchen eingebettet, welche entweder von aussen hineingelangt oder durch chemische Processe in ihm entstanden sind.

Wenn das Protoplasma viele farbige Körperchen enthält, nennt man die entsprechende Zelle eine Pigmentzelle. Wenn es Fettkügelchen trägt, eine Fettkörnchen- oder Körnchenzelle. Die Anwesenheit kleiner farbloser, matter oder glänzender Körnchen charakterisirt man dadurch, dass man die Zelle als granulirt bezeichnet, und dann unterscheidet man noch grobkörnige und feinkörnige.

Bei Anwesenheit anderer Körper führt man die Bezeichnung des enthaltenen Körpers besonders an. So spricht man von Amylum oder verwandte Körper haltigen Zellen u. s. f.

Seitdem wir durch die Untersuchungen HAECKEL's (siehe p. 12) wissen, dass fremde Körper in das Protoplasma eindringen können, müssen wir alles Fremdartige in den Zellen auf seine Herkunft prüfen. Wir müssen entscheiden, ob ein Körper, der in der Zelle liegt, durch einen chemischen Process daselbst entstanden oder von aussen hineingelangt ist. Wenn Farbstoffe als feste Körnchen künstlich

1) Ueber contractile Körper in der Milch. Wiener Sitzungsberichte 1866.

eingeführt werden, ein Verfahren, welches Recklinghausen, Max Schultze, Billroth, Cohnheim u. a. zu glücklichen Experimenten angewendet haben, dann ist die Entscheidung, woher der Farbstoff in den Zellen rühre, durch den Versuch selbst gegeben. Schwieriger ist es zu entscheiden, woher solche in Zellen eingebettete Körper stammen, welche ohne Zuthun des Experimentators darin gefunden werden. Solche Entscheidungen können ausserordentlich wichtig werden. Seit Preyer gezeigt hat, dass Stücke von rothen Blutkörpern durch amöboide Zellen des Frosches gefressen werden können, werden wir beispielsweise die Anwesenheit rother Körperchen in farblosen Blutkörpern nicht ohne Weiteres als einen Beweis dafür ansehen, dass die ersteren in den letzteren entstanden sind.

Die Consistenz des Protoplasma variirt zwischen ziemlich weiten Grenzen. Es kann sich tropfbaren Flüssigkeiten ähnlich verhalten, es kann in kleinen Mengen Kugelform annehmen; es kann sich wie gallertartige Körper auf der Unterlage ausbreiten; es kann sich zu resistenten Klümpchen ballen.

Man kann daher von dem Protoplasma nicht sagen, es ist flüssig, auch nicht, es ist fest, oder es ist gallertartig. Sein Aggregatzustand ist einem häufigen Wechsel unterworfen, und keine der üblichen Bezeichnungen ist für alle Fälle richtig.

Man bezeichnet das Protoplasma als eine lebende Substanz; dieses Merkmal gründet sich auf eine Summe von Erscheinungen, welche wir erfahrungsgemäss an lebenden Thieren wahrnehmen können: Es sind dies active oder freiwillige Bewegung, Ernährung und Wachsthum und die Erzeugung ihres Gleichen.

Die Bewegung der Zellen ist eine direct wahrnehmbare Erscheinung. Die Veränderungen, aus welchen sie erschlossen werden, laufen in so kurzen Zeiträumen ab, dass wir ihnen mit den Augen folgen können. Das Wachsthum der Zellen geht schon nicht in so kurzen Zeiträumen vor sich, dass man die entsprechenden Veränderungen direct beobachten könnte. Auch ist es bis jetzt noch nicht gelungen, die Zellen unter dem Mikroskope in so geeignete Verhältnisse zu bringen, dass ein Wachsthum direct wahrgenommen werden könnte. Wir müssen daher diese Erscheinung aus Vergleichen erschliessen.

Ueber die Nahrungsaufnahme einzelliger Thiere liegen einzelne directe Beobachtungen vor. Man kann wahrnehmen, wie sie fremde Körper, Nahrungsmittel in ihren Leib einnehmen, und man kann auch einigen Veränderungen des Eingenommenen folgen. Ueber die Ernährung der Zellen zusammengesetzter Thierleiber ist eine directe Beobachtung schwer ausführbar, weil ihnen die Nahrung in Form von Lösungen durch die Säfte des Thierkörpers zugeführt wird. Die Vorgänge über das Eindringen der gelösten Stoffe entziehen sich aber unserer Beobachtung.

Die Erzeugung ihres Gleichen beruht auf zwei getrennten Prozessen. Erstens auf dem Wachsthum der Mutterindividuen und zweitens auf der Isolirung der Tochterindividuen (Geburt). Nur die Letztere ist einer directen Beobachtung zugängig, und in der Regel wird auch nur diese verstanden, wenn von der Zeugung die Rede ist.

Bewegungen der Zellen. Man schliesst auf eine Bewegung der Protoplasmakörper aus gewissen Bewegungen der Körnchen, welche in dem Protoplasma liegen, oder aus gewissen Veränderungen der äusseren Form desselben.

Die Bewegung der Körnchen in den Zellen ist in jedem Falle eine passive. Es bewegen sich die Körnchen, welche von aussen in das Protoplasma hineingelangen, ebenso wie diejenigen, welche in demselben entstanden sind, wenn sie nicht etwa zu schwer sind, um von den Kräften, welche in Betracht kommen, bewegt zu werden.

Die Körnchenbewegung ist entweder eine fortschreitende oder eine schwingende.

Die fortschreitende ist wieder zweierlei Art; erstens eine relativ langsame Verschiebung entsprechend und folgend den Formänderungen der Zelle.

Engelmann [1] theilt darauf bezüglich mit, dass er an den Hornhautkörperchen beobachtet habe, wie die von den zuerst bewegten Körnchen rückwärts gelegenen nach einander in die Bewegung eintreten, und beruft sich dabei auf eine ähnliche Beobachtung Hofmeister's an den Plasmodien der Myxomyceten.

Zweitens eine schnellere, fliessende Bewegung, welche die wahrnehmbaren Formveränderungen des Protoplasma an Geschwindigkeit weit übertreffen.

An den Sarkodefäden, welche die Foraminiferen durch die Schalenöffnungen aussenden, schildert Max Schultze die Körnchenbewegung als ein Gleiten, ein Fliessen der in die Fadensubstanz eingebetteten Körnchen. [2] »Wie auf einer breiten Strasse die Spaziergänger, so wimmeln auf einem breiteren Faden die Körnchen durcheinander, wenn auch manchmal stockend und zitternd, doch immer eine bestimmte, der Längsrichtung des Fadens entsprechende Richtung verfolgend. Oft stehen sie mitten in ihrem Laufe still und kehren dann um; die meisten jedoch gelangen bis zum äussersten Ende der Fäden und wechseln hier erst ihre Richtung.« Es wird nicht daran gezweifelt, dass diese fortschreitenden Bewegungen von den Lebensvorgängen in den Zellen abhängen. Wir kennen in nicht organisirten Körpern keine ihr analoge Erscheinung.

Die schwingende Bewegung der Körnchen erinnert an die Brown'sche sogenannte Molecularbewegung. Man findet sie in den Speichelkörperchen, unter gewissen Bedingungen in den farblosen Blutkörperchen, in den Eiterkörperchen u. i. a. Es wird darüber gestritten, ob auch diese Bewegungen vom Leben des Protoplasma abhängig sind.

Man findet eine solche Bewegung auch in Zellen, welche nicht mehr leben; die Körnchen, welche aus zerrissenen Zellen austreten, bewegen sich ferner auch fort, wenn das Medium, in welches sie gerathen, der Bewegung nicht hinderlich ist.

Man findet aber die Bewegung auch in Zellen, welche sichere Lebenszeichen bieten.

---

1) Ueber die Hornhaut. Leipz. 1867. 2) Das Protopl. d. Rhizop. pg. 11.

Auf vorsichtigen Zusatz ½—1 prozentiger Kochsalzlösung hört die tanzende Bewegung in den Speichelkörperchen auf, diese führen aber dann noch Bewegungen aus gleich frischen Eiter- oder Lymphkörperchen.

Recklinghausen[1] hat eine ähnliche Erscheinuug an diesen letzteren Körperchen mitgetheilt. Im durch Wasser verdünnten Medium werden sie kugelig (eine Erfahrung, welche schon zwischen H. Müller und Reinhardt[2] discutirt wurde), die Körnchen in ihnen beginnen den Tanz, sobald aber das Medium durch Verdunsten an den Rändern des Deckgläschens wieder concentrirter wird, hört der Tanz auf, und die Körperchen fangen wieder an ihre Form zu verändern.

Wie man sieht, wechseln hier zwei Erscheinungen ab, entweder ist das Körperchen kugelig und dann tanzen die Körnchen in der Kugel, oder das Körperchen verändert seine Form und dann schwingen die Körnchen nicht. Nur selten sieht man in Zellen, welche die Form ändern, auch die sogenannte Molecularbewegung. In den farblosen Blutkörperchen von Triton ist das nach Wasserzusatz zuweilen der Fall.

Nur auf solche lebende Zellen bezieht sich die Frage, ob die Körnchenschwingung mit dem Leben des Protoplasma im Zusammenhang stehe.

Brücke[3] hat auf die Möglichkeit des Zusammenhanges hingewiesen, in Anbetracht namentlich, dass die Bewegung durch Inductionsströme bestimmter Intensität sistirt werden.

Böttcher[4] hat den Zusammenhang in Zweifel gezogen unter Hinweis darauf, dass die Körnchen, welche in den Zellen schwingen, auch nachdem sie ausgestossen werden (durch Berstung der Zelle) fortschwingen, wenn das Medium, in welches sie nun gerathen, dazu geeignet ist.

Neumann[5] gründete seine Zweifel darauf, dass die Schwingung gerade in Zellen eintritt, welche er für todt oder im Absterben begriffen erklärt.

Die Vermuthung eines Zusammenhanges gründet sich hauptsächlich darauf: erstens, dass die Zellen, in welchen der Vorgang stattfindet, leben, und zweitens, dass Veränderungen in den Lebenserscheinungen auch Veränderungen der Körnchenbewegung zur Folge haben können.

Aus der Beobachtung der Körnchenbewegung allein kann indessen der Schluss auf einen Zusammenhang mit dem Leben nicht gezogen werden, so lange als es sich nur um schwingende und nicht auch um fortschreitende Bewegungen handelt, und so lange man nicht an diesen Schwingungen Eigenthümlichkeiten entdeckt, die zu solchem Schlusse berechtigen.

Die Formveränderungen der ganzen Masse des Protoplasmakörpers findet sich am ausgesprochensten wieder bei den niederen Thierformen.

Von den Bewegungen der Amoeba Ehrenb. oder Proteus (O. F. Müller) entwirft Max Schultze bei der Schilderung über die Nahrungsaufnahme derselben folgendes treffende Bild.[6]

---

1) Virchow's Arch. Bd. 28. 2) Virchow's Arch. Bd. 1.
3) Ueber d. sog. Moleculareu, ct. Wiener Sitzgsb. 1862. 4) Virchow's Arch. Bd. 35.
5) Du Bois' u. Reichert's Arch. 1867. 6) Polythalam. 1854. p. 8.

Gelangt eine Amoebe in die Nähe eines anderen Organismus, dessen Bewegungen nicht schnell genug sind, um dem Feinde entfliehen zu können, so giesst sie sich mit ihrem vielgestaltigen Körper um denselben herum. Die von zwei Seiten den fremden Körper umfassenden Fortsätze fliessen hinter demselben wieder zusammen, und rings von thierischer Substanz umflossen liegt er gefangen hier bis ihm alles Lösliche entzogen ist. Wegen dieser ausgezeichneten Eigenschaft der Amoeben nennt man die Zellen, welche sich selbständig bewegen, auch amöboide Zellen. Die Zellen höher organisirter Thiere bewegen sich indessen selten so rasch, wie die Amoeben.

Ihre Bewegungen beschränken sich entweder auf eine allmählige Veränderung der Form, oder auf ein Vorschieben von Fortsätzen, denen sich entweder der Rest des Leibes nachschiebt, oder die wieder zurückgezogen werden. Die Fortsätze können Fäden sein, oder Wülste, Höcker, oder breit abgeplattet, bürstenartig, kurz in den verschiedenartigsten Formen erscheinen.

Wenn man über Formveränderungen ein sicheres Urtheil fällen will, müssen die Zellen auf einer Unterlage, sei es auf der Objectplatte oder an einem Gewebsstückchen, oder selbst an der Deckplatte haften. Denn wenn die Zellen in der Flüssigkeit schweben, können sie sich auch drehen und abwechselnd verschiedene Seiten dem Beobachter zuwenden.

Aus einer einmaligen Veränderung der Form schliesst man noch nicht auf das Leben einer Zelle, denn es lässt sich nicht bemessen, welcher unbekannte physikalische Einfluss die Veränderung hervorgebracht hat. Formveränderungen aber, welche sich bei ruhigem Gesichtsfelde an Objecten wahrnehmen lassen, die entweder an der Object- oder Deckplatte haften und sich mehrmals wiederholen, lassen auf das Leben des betreffenden Objects schliessen.

Umgekehrt aber dürfen wir einen ruhenden Protoplasmakörper nicht ohne weiteres für todt erklären, und das selbst dann nicht, wenn es uns durch künstliche Hilfsmittel nicht gelingt die Bewegungen anzuregen. Der Protoplasmakörper kann erstens eingekapselt sein, und dann ist er nicht im Stande, seine Form wesentlich zu verändern; und wenn er nackt ist, können doch uns unbekannte Vorgänge ihn an den Bewegungen hindern. So kann man nicht sagen: ein Speichelkörperchen sei todt, trotzdem es in der Regel seine äussere Form nicht verändert.

Die Protoplasmakörper können nicht nur ihre Form, sondern auch ihren Ort verändern, sie können wandern. Sie führen das so aus, dass sich erst ein Theil ihrer Masse vorwärts streckt, auf welchen sich dann der Rest nachschiebt. Wenn sich solche Veränderungen mehrere Male in gleichem Sinne wiederholen, so ist dadurch eine Locomotion gegeben.

Es darf nicht übersehen werden, dass ganze Zellen in Flüssigkeiten schwingende Bewegungen ausführen, und das offenbar nach den Gesetzen der Brown'schen Molecularbewegung. Sternförmige Blutkörperchen der Säuger thun das in der Regel. Solche Schwingungen sind von den Zellenwan-

derungen wohl zu unterscheiden. Die Zellen können nur auf festen Unterlagen wandern. In Flüssigkeiten fortschwimmen können sie mit Hülfe eingeleiteter Strömungen, nicht aber durch ihre eigenen activen Bewegungen.

Die Wanderfähigkeit der Amoeben ist längst bekannt; dass die Foraminiferen vermittelst der Fortsätze structurloser Substanz, welche sie zu den Oeffnungen ihrer Schalen herausstrecken, auch wandern können, ist gleichfalls vielfach beobachtet worden. Dass aber die Zellen in zusammengesetzten Thierleibern wandern können, das hat erst Recklinghausen[1] beobachtet, und durch diese Beobachtung ein sehr weittragendes Princip in unsere Wissenschaft eingeführt.

E. Häckel hat bei Gelegenheit einer Injection von Thetis fimbria mit Indigo die Erfahrung gemacht, dass Farbstoffkörnchen in die Leiber der Blutkörperchen eindringen können. Man bezeichnet jetzt das künstliche Einbringen von Farbstoffkörnchen in Zellen auch als eine Fütterung derselben. Wenn man in das Medium, in welchem die Zellen suspendirt sind (z. B. Blutplasma), einen daselbst unlöslichen, feinkörnigen Farbstoff einbringt, so bleiben alsbald Körnchen desselben an der Oberfläche der Zellen haften, und gelangen von da in die Leibessubstanz hinein.

Recklinghausen hat nun mit Hülfe dieser Fütterungsmethode den wichtigen Nachweis geliefert, dass Eiterkörperchen nicht immer dort entstehen müssen, wo man sie eben antrifft. Er hat gezeigt, dass Eiterkörperchen in die Maschen selbst einer todten Hornhaut einwandern können und damit für die ganze pathologische Forschung eine neue Bahn eröffnet. Diese Errungenschaft blieb auch nicht ohne Folgen für die Physiologie. Ich[2] habe gezeigt, dass der Aufbau des Embryonalleibes, dass die Verschiebung von Zellenmassen zum Behuf der Organanlagen auf eine Wanderung der Embryonalzelle innerhalb des Eikörpers beruhe. In neuester Zeit endlich hat Cohnheim[3] durch den Nachweis, dass auch farblose Blutkörperchen das Gefässsystem verlassen, also auswandern können, für die Transplantation von lebenden Zellen aus einem Organe ins andere, aus einer Gegend des Thierkörpers in die andere, einen Ausgangspunkt geschaffen, dessen Tragweite sich bis heute noch nicht ermessen lässt.

Hering[4] bemüht sich, den Austritt farbiger und farbloser Blutkörperchen aus dem Gefässsystem in der Art zu erklären, dass er den Process mit der Filtration der Coloidsubstanz vergleicht. Aber wie immer man auch den Austritt erklären wird, die Thatsache bleibt, dass farblose Blutkörperchen das Gefässsystem verlassen, und also in die Lage versetzt werden können, in verschiedene Regionen des Korpers einzuwandern.

Indem wir aussprechen, dass das Protoplasma activer oder vitaler Bewegungen fähig ist, haben wir deswegen einer immateriellen Kraft nicht das Wort ge-

1) Virchow's Arch. Bd. 28.
2) Wiener Sitzgsb. 1864.
3) Virchow's Arch. Bd. 40.
4) Wiener Sitzgsb. 1868.

redet. Ed. Weber[1] hat sich darauf bezüglich mit der grössten Bestimmtheit ausgesprochen und seinen Standpunkt können wir auch heute nicht verlassen.

»Nach meiner Ansicht, sagt Weber, sind die Bewegungen eines Körpers nicht abhängig von zwei verschiedenen Arten von Kräften; nämlich erstens von Kräften, die auf jenen Körper von anderen Körpern ausgeübt werden, zweitens von Kräften, die auf jenen Körper vom Leben ausgeübt werden, sondern es giebt nur eine Art von Kräften, von denen die Bewegungen eines jedes Körpers abhängen, nämlich die Kräfte, welche von andern Körpern auf ihn ausgeübt werden.«

Vital nennen wir in dem Sinne die Bewegungen gewisser Körper, weil die Kräfte, welche wir dabei in Betracht ziehen können, gewisse übrigens veränderliche Einflüsse erfahren, und wir die Einrichtung und die Vorgänge, aus welchen die Einflüsse resultiren, unter dem Namen Organisation und Leben zusammenfassen.

Man pflegt die vitalen Bewegungen des Protoplasma auch freiwillige zu nennen. Mit dieser Bezeichnung soll aber nur ausgedrückt werden, dass wir die Kräfte nicht kennen, von welchen aus die Bewegungen eingeleitet und unterhalten werden. Die Bewegung der quergestreiften Muskel nennen wir schon nicht mehr freiwillig, weil wir die äusseren Einflüsse oder Reize kennen, durch welche sie angeregt werden.

Sollten wir einmal alle äusseren Einflüsse kennen oder beherrschen lernen, von welchen aus die Protoplasmabewegungen angeregt werden, würden wir auch aufhören dieselben freiwillig zu nennen.

Um ein Bild zu brauchen, sagen wir, die Wärmeentwickelung der Steinkohle ist zunächst davon abhängig, dass wir sie aufs Feuer legen, i. e. ihre Temperatur erhöhen. Die Temperaturerhöhung ist der äussere Einfluss oder der Reiz, welche eine Veränderung des Molecularbaues einleitet. Aus dieser Molecularumlagerung wird dann die lebendige Kraft frei, welche uns als Wärme wahrnehmbar ist.

Die Wärmeentwickelung der Kohle ist eine selbständige, sie ist in der Construction ihres Körpers begründet, aber sie ist keine freiwillige.

Das Bild hat übrigens nur einen ganz einseitigen Werth: wenn die Kohle einmal ausgebrannt ist, kann sie nicht von Neuem lebendige Kraft entwickeln, die contractile Substanz aber ist einer Restitution fähig.

Die Bewegungen der contractilen Substanzen können durch quantitativ und qualitativ verschiedene äussere Einflüsse (Reize) verändert, beschleunigt, verlangsamt oder sistirt werden.

Zu den bekannten Einflüssen auf die Bewegungen der Protoplasmakörper gehören:

A. Der Wechsel der Temperatur. Die älteste Angabe hierüber ist die von E. H. Weber[2], dass die Flimmerbewegungen durch Wärme angeregt werden. Kühne[3] gab an, dass die Bewegungen der Amoeben in Eiswasser sistirt werden können, dass sich aber bei Wiedererwärmung die Bewegungen wieder einstellen.

Seitdem Max Schultze[4] die Erwärmung der Objectplatte zu einem ständigen Behelfe der mikroskopisch-physiologischen Untersuchungen gemacht hat, wissen wir, dass die beweglichen Zellen von Warmblütern auch ausserhalb des Organismus ihre Bewegungen längere Zeit fortsetzen können bei Temperaturen, welche denen der Warmblüter entsprechen.

1) Müller's Arch. 1858. 2) Canst. Jahrb. 1847. p. 59.
3) Das Protopl. Leipz. 1864. 4) Dessen Archiv Bd. I.

Bestimmte Temperaturangaben von allgemeinem Werthe lassen sich nicht machen.

Eine Erhöhung von einigen Graden über diejenigen Temperaturen, unter welchen die untersuchten Organismen gewöhnlich leben, beschleunigt die Bewegungen, Erniedrigung hingegen verzögert sie. Wenn der Temperaturwechsel gewisse Grenzen übersteigt, so gefährdet er das Leben derselben. Forelleneier furchen in Eiswasser prächtig ab, gehen aber schon im geheizten Zimmer zu Grunde.

Der Einfluss der Temperatur auf die Bewegungen der Zellen ist namentlich für die Wanderung derselben besonders in Betracht zu ziehen. Max Schultze[1] hat gezeigt, dass farblose Blutkörperchen des Menschen schon bei 38—40° C. auf dem Objectträger bedeutende Locomotionen zu machen fähig sind. Welche Bedeutung bestimmte Temperaturen auf die Entwickelung der Embryonen haben, ist hinreichend bekannt, und wenn auch die Zellenbewegung nicht der einzige Factor der Entwickelung ist, so spielt sie doch eine bedeutende Rolle.

Ein analoger Einfluss der Temperaturerhöhung lässt sich für pathologische Vorgänge vermuthen.

Einen eigenthümlichen Einfluss der Temperatur auf Süsswasseramoeben beschreibt Kühne[2]; diese nehmen bei 35° C. die Kugelform an.

Endlich theilte Peremeschko[3] mit, dass die grossen Zellen auf dem Grunde der Dotterhöhle in Hühnereiern bei einer Temperatur von 32—34° sich zusammenziehen und bald wieder erschlaffen.

B. Mechanische Einwirkungen. Ueber den Erfolg indirecter mechanischer Reizung berichtete zuerst Kühne. Nachdem er den Rand der Frosch-Cornea mechanisch gereizt hatte, sah er sternförmige Körperchen zur Spindelform übergehen.

Ueber Erfolge von direkten mechanischen Eingriffen habe ich[4] einige Erfahrungen gemacht. Wenn ich nämlich in halbprocentiger Kochsalzlösung verdünntes Blut unter das Deckglas bringe und dieses durch Abziehen der Flüssigkeit so weit sinken lasse, dass die farblosen Blutkörperchen plattgedrückt werden, verändern sie in diesem Zustande, namentlich wenn sie längere Zeit in demselben verweilen, lebhaft ihre Form. Bringt man dann einen Tropfen Flüssigkeit an den Rand des Deckglases, so wird dieses dadurch von der Objectplatte wieder abgehoben, und zwar um so viel als die einströmende Flüssigkeitsschicht beträgt. Das platte Körperchen zieht sich nun rasch zu einem kleinen kantigen Klümpchen zusammen, giebt aber diese Form nach einigen Secunden wieder auf, indem es sich mässig verbreitert.

Das plattgedrückte Körperchen verhält sich hier wie ein Insectenmuskel unter dem Quetschglase, der seine Bewegungen eine Zeit lang fortsetzt, wenn er auch

1) Arch. I. 2) Protoplasma 1864. 3) Wien. Sitzgsb. 1868.
4) Wien. Sitzgsb. 1867.

wegen der Last, die auf ihm ruht, nicht dicker werden kann. Das Protoplasma erweist sich dabei als ein elastischer Körper; es zieht sich zusammen, wenn die es dehnende Last entfernt wird. Die Zusammenziehung scheint hier aber der Elasticität des gereizten Körpers zu entsprechen, weil es zu einer Verkürzung kommt, welche nicht beibehalten wird. Dafür spricht auch der Umstand, dass man den Versuch eleganter vor sich hat, wenn er zum zweiten oder dritten Male ausgeführt wird. Die Körperchen ziehen sich dann viel strammer zusammen, als beim ersten Versuche.

C. Electrische Reize. Die Wirkung der electrischen Ströme auf das Protoplasma ist eine sehr mannichfache.

Die Anregung der amoeboiden Bewegungen durch schwache Inductionsströme ist bisher nur von Kühne an Amoeben und von Golubew an gewissen farblosen Blutkörpern des Frosches beobachtet worden.

Zahlreicher sind die Beobachtungen über das Zustreben zu gewissen Formen.

Kühne [1] sah Amoeben nach der Schliessung der constanten Kette, in welche jene eingeschaltet waren, zu einer unvollkommenen Kugel zusammenfahren; ferner nach Inductionsschlägen sternförmige Hornhautkörperchen die Spindelform annehmen und dann wieder zur früheren Form zurückkehren.

Aus Rollett's Laboratorium wird von Golubew [2] mitgetheilt, dass sich die Zellen nach wiederholten Reizungen abplatten, dabei aber Formveränderungen zeigen. Wendet man bei diesem Zustande stärkere Reize an, so zieht sich die Platte zu einem Klumpen zusammen. Ferner berichtet derselbe, dass die spindelförmigen, farblosen Zellen des Froschblutes, welche freiwillig keine Bewegungen ausführen, nach mittelstarken Reizungen sich zu Klümpchen zusammenziehen, dann aber wieder zu ihrer früheren Gestalt zurückkehren.

Ich [3] habe Zusammenziehungen und Wiedererweiterungen embryonaler Capillargefässe nach der Einwirkung von Inductionströmen beobachtet.

Ueber die Wirkung constanter Ströme auf das Protoplasma von Actinophrys Eichhornii theilt Kühne [4] ein Zuckungsgesetz mit, welches folgendermassen lautet:

	Positiver Rand Eintrittsst. des Stromes	Negativer Rand Austrittsst. des Stromes
Schliessung	Zuckung	0
Dauer d. Stromes	Tetanus	0
Oeffnung	0	Zuckung.

Nach der Einwirkung von mässig starken Inductionsschlägen nimmt das Protoplasma die Kugelform an. Es wurde diese Erscheinung zuerst von Kühne an den Amoeben beobachtet und seither von Neumann für die farblosen Blutkörperchen des Menschen, von Golubew für die des Frosches bestätigt.

Die durch den mässigen Inductionsstrom kugelig gewordene Amoeben fangen aber nach einiger Zeit ihre gewöhnlichen Bewegungen wieder an (Kühne).

1) l. c. 2) Wien. Sitzgsb. 1868. 3) Wien. Sitzgsb. 1866. 4) l. c.

Aehnliches theilt Golubew mit, nur wird die Bewegung der farblosen Blutkörper des Frosches eine mehr fliessende, während sie de norma zugespitzte Fortsätze aussenden.

Bei stärkerer Reizung gerathen die Körnchen in den kugeligen Zellen in schwingende sogenannte Molecularbewegung (Neumann, Golubew).

Brücke[1] hat die Speichelkörperchen bersten sehen auf den Einfluss starker Inductionsströme. Eine ähnliche Erscheinung sah Kühne bei den Amoeben.

Kühne bezeichnet den Kugelzustand der Amoeben nach bestimmten Reizgrössen als eine Art Tetanus. Im Maximum der Contraction sollten diese Thiere die Kugelform annehmen.

Hermann gab der Deutung dieser Form eine wesentlich andere Richtung.

Es könnten, sagt er, durch den Reiz Widerstände herabgesetzt werden, welche die Zelle verhindert haben, die Tropfenform anzunehmen. Die Kugel würde entweder dem Tetanus oder der Ruhe der Zelle entsprechen.

Kistiakowsky[2] hat durch die Einwirkung constanter Ströme eine Beschleunigung der Flimmerbewegung wahrgenommen.

Engelmann[3] spricht für diese Einwirkung eine Reihe von Gesetzen aus.

a) Jede grössere positive oder negative Schwankung der Stromdichte wirkt erregend, wenn sie sehr schnell abläuft.

b) Eine einzelne Stromesschwankung löst eine Reihe von Schwingungen aus.

c) Die Erregung lässt vom Beginn der Reizung an gerechnet drei Stadien unterscheiden: das der latenten Reizung (bei starken Oeffnungsinductionsschlägen kaum wahrnehmbar und im allgemeinen desto länger dauernd je schwächer der Schlag ist), ferner das Stadium der zunehmenden (dauert gleichfalls um so länger, je schwächer der Schlag war) und das der abnehmenden Energie (verläuft in um so kürzerer Zeit, je schwächer der Reiz war).

d) Schliessung eines constanten Stromes ist ein stärkerer Reiz als Oeffnung desselben.

e) Die Richtung, in welcher die Electricität durch die Flimmerzellen fliesst, scheint auf die Grösse der Erregung ohne Einfluss.

f) Durch einen äusserst starken electrischen Schlag kann die Bewegung verlangsamt oder unter Zerstörung der Zellen sistirt werden.

Dasselbe geschieht bei längere Zeit fortgesetztem Tetanisiren mit starken Wechselströmen.

D. Nervenerregung. Es liegt hierüber nur eine directe Beobachtung von Kühne vor, nämlich dass die Zusammenziehung gewisser sternförmiger Zellen der Frosch-Cornea durch Erregung der Nerven derselben zu erzielen ist.

Viel früher schon hat aber Brücke[4] durch das makroskopische Experiment den Beweis geführt, dass die Pigmentzellen in der Haut des Chamäleons von den

1) Ueber d. sog. Molecularbew. l. c. 2) Wien. Sitzgsb. 1865 3) Centralbl. 1868
4) Denkschriften der Wiener Akademie. Bd. IV. p. 203

sensitiven Nerven aus auf reflectorischem Wege zur Contraction angeregt werden können.

E. Chemische Reize. Hier kennen wir zunächst die Wirkung des Wassers.

Durch den Zusatz von Wasser kann man amöboide Bewegungen anregen an den Furchungskugeln des Frosches. Es werden dann nämlich hyaline Fortsätze vorgetrieben, in welche hinein alsbald eine Körnchenströmung stattfindet, so dass dadurch die ganze Zelle ihre Gestalt verändert hat. Andere Male werden die Fortsätze wieder eingezogen, oder verändern, wenn sie längere Zeit ausgestreckt bleiben, häufig ihre Form. Ecker[1] hat schon diese Erscheinung als Bewegung aufgefasst. Ich[2] habe gezeigt, dass ohne Wasserzusatz die Bewegung derselben Zellen ganz anderer Art ist, und die oben angeführten eben nur auf den Einfluss des Wassers erfolgen.

Die Körnchenbewegung in den Scheinfüssen der See-Rhizopoden wird durch destillirtes Wasser sistirt (Max Schultze).

Die meisten amöboiden Zellen werden durch Wasser zur Kugel umgestaltet, nach einigen Secunden tritt eine schwingende Bewegung der Körnchen ein und endlich bersten viele, während andere einige Zeit hindurch kugelig bleiben und dann wieder ihre amöboiden Bewegungen anfangen; sie thun das, wie schon erwähnt wurde, namentlich wenn man das Wasser durch den Zutritt einer halbprozentigen Kochsalzlösung ersetzt.

Die durch Wasser kugelig gewordenen Zellen sind dem Anscheine nach vergrössert. Daraus darf geschlossen werden, dass Flüssigkeit in dieselben eingetreten ist.

Die Gesetze, nach welchen das Wasser oder die Lösung aufgenommen wird, sind nicht bekannt. Vermuthen lässt sich, dass die Diffusion dabei eine Rolle spielt.

Es ist auch zu vermuthen, dass das eindringende Wasser auf die contractile Substanz einen Reiz ausübt, weil wir eine ähnliche Wirkung des Wassers auf die Muskeln kennen, und weil electrische Ströme auf die Zellen analoge Erscheinungen hervorrufen.

Es ist einigermaassen plausibel, den Kugelzustand im Wasser oder verdünnten Medium im Sinne Hermann's als einen Ruhezustand aufzufassen.

Es spricht dafür der Umstand, dass die Zellen stundenlang als Kugeln verbleiben können, ohne ihre Lebenseigenschaften aufzugeben (Speichelkörperchen).

Es erklärte sich dann auch das Zusammenfliessen der Kugelzellen (Brücke, Neumann, Golubew) auf eine ungezwungene Weise. Durch den Reiz, könnten wir sagen, sind die Widerstände herabgesetzt, das Protoplasma folgt jetzt den Gesetzen tropfbarer Flüssigkeiten, es bildet Tropfen und solche können zusammenfliessen. Die Berstung im Wasser müsste dann als eine durch die intensivere Einwirkung herbeigeführte plötzliche partielle Gerinnung betrachtet werden.

Wenn man das Medium, in welchem sich die kugeligen Zellen befinden, allmälig durch Zuleiten einer ($\frac{1}{2}$—1proc.) Kochsalzlösung verändert, so be-

1) Icones phys. 2) Ueber d. selbst. Beweg. etc. Wien. Sitzgsb. 1864.

ginnt das Protoplasma wieder seine sichtbare Thätigkeit, es fangen wieder Formveränderungen an. Wendet man eine concentrirtere Lösung an, so schrumpfen die Zellen ein. Es ist aber bis jetzt nicht festgestellt, bei welcher Concentration und bei welcher Dauer der Einwirkung das Leben der Zellen erhalten werden kann. Der Wassergehalt mancher Protoplasmakörper kann grosse Schwankungen erfahren, ohne dass dadurch das Leben vernichtet wird. Myxomyceten können ganz eintrocknen und nach dem Aufweichen wieder fortleben.

Aehnliche Folgen wie nach Wasserzusatz beobachtet man nach sehr verdünnten Säuren, und sehr verdünnten Alkalien (Max Schultze, Kühne).

Ueber den Einfluss von Gasen auf die Bewegungen des Protoplasma liegt von Kühne[1] ein eleganter Versuch vor. Flimmerzellen der Kiemen von Anodonta hören im Wasserstoffgase, in Kohlensäure zu schlagen auf. Es genügt aber der Zutritt der atmosphärischen Luft, um die Bewegungen wieder herzustellen. Es zeigte sich dabei, dass die Kohlensäure als Säure nachtheilig wird.

Schwach alkalische Reaction des Mediums ist der Bewegung günstig, die saure Reaction aber wirkt hemmend.

Die Contractilität des Protoplasma ist für den Gesammtorganismus, dem es angehört, von grosser Bedeutung.

Es beruht darauf die Flimmerbewegung.

Seit wir durch Schweigger-Seidel und la Valette wissen, dass die Spermatozoiden nicht lediglich Kerngebilde sind, sondern auch Protoplasma besitzen, sind auch die Bewegungen der Spermatozoiden hieher zu rechnen.

Die Zelltheilung, dio Knospung, ist eine Folge der Contractilität.

Endlich auch die Zellenwanderung, von deren Bedeutung für den Gesammtorganismus wir schon gesprochen haben.

Eine Erläuterung der Bewegungserscheinung ist von Hermann versucht worden. Man könne sich, sagt er, das Aussenden eines Fortsatzes nur durch eine partielle Contraction erklären, welche, indem sie in der Richtung einer Sehne (besser Sehnenfläche) erfolgt, das darüber liegende Segment hervortreibt; wenn dann in diesem fortschreitend immer wieder erneute Contractionen ablaufen, muss es immer dünner, fadenförmig werden. Ueber das Einziehen der Fortsätze äusserte sich Hermann nicht. Es hätte indessen keine Schwierigkeit durch anders gerichtete Contractionen auch diese zu erklären, wenn man sich überhaupt der Hermann'schen Theorie anschliesst.

Stoffwechsel. Ueber den Stoffverbrauch der lebenden Zellen liegt nur ein einziger directer Versuch von Kühne[2] vor. Die Flimmerbewegung ist nach seinen Versuchen mit einem Sauerstoffverbrauch verbunden, und zwar können die Zellen den Sauerstoff selbst aus lockeren chemischen Verbindungen beziehen. Die Flimmerbewegung in einer Wasserstoffgasatmosphäre und in einer Lösung von Sauerstoff-Haemoglobin dauert so lange an, bis der locker gebundene

1) Max Schultze, Arch. Bd. II. 2) Max Schultze, Arch. Bd. II.

Sauerstoff des letzteren verbraucht ist, was durch die Spectraluntersuchung ermittelt werden kann.

Wir sind aber berechtigt, aus indirecten Versuchen einen Stoffaustausch der Zellen zu erschliessen, und sind hierauf bezüglich die sicheren Daten zu verwerthen, welche über den Stoffwechsel der Thiere bekannt geworden sind.

Namentlich wichtig sind die Resultate, welche aus den Untersuchungen der Muskeln entsprungen sind. Die Muskelfasern sind metamorphosirte Zellen, sie bestehen im Wesentlichen aus contractiler Substanz, deren innere Construction allerdings wesentlich von der des contractilen Protoplasma abweicht. Die Muskelfasern liegen aber in grossen Massen beisammen, und es lassen sich an ihnen makroskopische chemische und physikalische Untersuchungen anstellen, die bis jetzt unter dem Mikroskope nicht ausführbar sind.

Das Experiment unter dem Mikroskope nimmt zwar allmälig grössere Dimensionen an, und der Physiologie der Zellen ist von diesem Standpunkte aus ein weiter Weg eröffnet. Sie muss sich aber heute immer noch auf die Muskelphysiologie stützen, und wird es vielleicht auch bei der höchsten Ausbildung immer noch mit grossem Nutzen thun.

Mit Rücksicht auf die specifischen Functionen müssen wir uns auf die Angabe beschränken, dass es Zellen verschiedener physiologischer Function giebt, wie Nervenzellen, Muskelzellen, Drüsenzellen u. a. Insofern wir uns überhaupt keinen functionellen Vorgang in den Zellen denken können, ohne chemische Prozesse, dürfen wir vermuthen, dass den specifischen Functionen eigenthümliche chemische Processe zu Grunde liegen. Für die Muskeln, für die Nervenzellen ist uns aus den chemischen Untersuchungen noch nicht abgestorbener Gewebe, bei den Drüsenzellen ist uns aus der Untersuchung der Secrete einiger Einblick in die chemischen Prozesse gestattet. So wissen wir, dass es Zellen giebt, welche Fett erzeugen (Milch- und Talgdrüsen), andere, die Pepsin erzeugen, ferner dass durch die Thätigkeit der Muskeln und Nervenzellen Säuren gebildet werden (Du Bois, Funke).

Aus den chemischen Untersuchungen der Protoplasmakörper geht hervor, dass sie wahrscheinlich viel Myosin enthalten (Kühne)[1]. In einigen Protoplasmakörpern ist Protagon (Hoppe-Seyler, Fischer), in anderen Glycogen nachgewiesen. In einigen Pflanzenzellen ist Cholesterin[2] gefunden worden (Beneke).

Ob die Körper, welche nach dem Tode der Zellen aus ihnen dargestellt werden, auch während des Lebens derselben als solche enthalten sind, oder ob wir nur Zerfallproducte vor Augen haben, bleibt dahingestellt. Hermann's Ansicht geht dahin, dass das Myosin ein solches Zerfallproduct sei.

Wie sich das Wasser, wie sich die anderen anorganischen Verbindungen, deren im Protoplasma sicher vorhanden sind, zu demselben verhalten, wissen wir gleichfalls nicht.

1) Vergl. Kühne, Lehrb. der physiol. Chemie. 2) Hoppe-Seyler, Med. chem. Unters.

Bau der Zellen. Brücke[1] schreibt den Speichelkörperchen ein System von Räumen zu, in welchen sich eine Intracellularflüssigkeit befindet. Dasselbe nimmt er für das Protoplasma der Pflanzenzellen in den Brennhaaren von Urtica urens in Anspruch. Heidenhain[2] schloss sich dieser Meinung an und führte weiter aus, dass die Intracellularflüssigkeit von dem Protoplasma bewegt werde, wie der Darminhalt von den peristaltischen Bewegungen der Darmwand.

Das Protoplasma der Pflanzenzelle kann so angeordnet sein, dass es innerhalb der Cellulosehülle wie ein Spinngewebe den Raum durchsetzt; dann ist der Raum zwischen den Protoplasmafäden von einer Flüssigkeit erfüllt; oder das Protoplasma ist auf eine der Cellulosenwand innen anliegende Schichte reducirt und dann ist diese Schichte an der Innenfläche von Flüssigkeit umspült. Diese Zellflüssigkeit ist nicht zu verwechseln mit jener, welche innerhalb des Protoplasma in Räumen desselben angenommen wird.

An den flaschenförmigen Drüsen der Nickhaut des Frosches sieht man, dass das Volumen der Drüsenzellen grossen Schwankungen unterliegt. Bald ragen die Zellen soweit in das Lumen hinein, dass das letztere auf einen sehr kleinen Rest reduzirt ist, bald sind die Zellen so contrahirt, dass die Drüse einer von Epithelzellen ausgekleideten Blase gleicht. Es ist dieser Zustand nicht leicht anders zu deuten, als dass die Drüsenzellen durch Contraction Flüssigkeit aus ihrem Leibe ausgepresst haben.

Es ist also wahrscheinlich, dass vorübergehend grössere oder geringere Mengen Flüssigkeit in dem Protoplasma enthalten sind; und dass jene unter Umständen (Contraction oder Schrumpfung) auf ein ausserordentlich geringes Mass reduzirt werden kann.

Eine weitere Frage ist die, ob wir Grund haben anzunehmen, dass das Protoplasma, abgesehen von der Intracellularflüssigkeit, noch Verschiedenheiten des Baues erschliessen lasse.

Die optische Untersuchung hat darüber noch keinen Aufschluss gegeben. Das Protoplasma ist bis jetzt nur als ein das Licht einfach brechender gleichartiger Körper gesehen worden. Richtiger gesagt, man hat an keinem Theile desselben bis jetzt doppellichtbrechende Eigenschaften entdeckt. Da, wo solche Eigenschaften entdeckt wurden, spricht man schon von einem zu bestimmten functionellen Zwecken modificirten Protoplasma.

Ich habe mich an die Annahme gewagt, dass zwei functionell verschiedene Substanzen vorhanden sind, und stützte mich darauf, dass ich zwei active Zustände kennen gelernt habe, einen, bei welchem die Zelle (wie im Wasser) aufgebläht erigirt ist, und einen, bei welchem sie (verkürzt) contrahirt ist.

Da sich der aufgeblähte Zustand nach Hermann's Definition auch als Ruhezustand erklären lässt, so fällt, von diesem Standpunkte aus, die Nothwendigkeit der Annahme zweier functionell verschiedenen Substanzen fort.

---

1) Ueber d. sog. Molecularbew. 2) Studien des phys. Inst. zu Breslau. II. H.

Wir müssen heute sagen, wir sehen am Protoplasma optisch nichts Ungleichartiges, und es ist aus dem Experiment kein Grund gegeben, auf eine bestimmte Anordnung physiologisch verschiedenartiger Theile zu schliessen. Von diesem Satze ausgenommen bleiben solche Zellen oder Zellenderivate, an welchen wir bestimmte Eigenthümlichkeiten wahrnehmen, die an eine specifische Function geknüpft zu sein scheinen. Die optischen Verschiedenheiten der quergestreiften Muskelfaser, die wahrnehmbare Anordnung in Ganglienzellen fassen wir als Ungleichartigkeiten auf. Wir sprechen aber dann von einem zu functionellen Zwecken umgewandelten Protoplasmakörper.

In Rücksicht auf die äusseren Grenzen der Zellen ist der heute giltige Standpunkt im Eingange dieser Schrift angegeben worden. Es können sich, sagen wir, die äusseren Grenzschichten des Protoplasma chemisch und physikalisch verändern, und dann ist eine relativ zum Protoplasma feste Membran gegeben. Zum Nachweise einer Membran an der unversehrten Zelle ist die Wahrnehmung eines doppelten Grenzcontours unerlässlich. Brücke sagt darauf bezüglich: »Der Unterschied zwischen der Dichtigkeit des umgebenden Mediums und der Zelle wird auch ohne umhüllende Membran hinreichenden Grund für einen Umriss abgeben. Erst durch den zweiten Umriss kann erkannt werden, dass ein Dichtigkeitsunterschied zwischen äusserer Umhüllung und Inhalt besteht. Es versteht sich von selbst, dass man hierbei die Vergrösserung durch starke Oculare über die reellen Kräfte des Instrumentes nicht treiben darf, weil sonst ein zweiter Umriss entsteht, der seinen Grund nicht mehr in der Natur der Zelle, sondern in Fehlern des optischen Apparates besitzt.«

Wenn übrigens ein doppelter Begrenzungscontour nach der Einwirkung von Reagentien gefunden wird, so beweist das nicht, dass auch im Leben eine Membran vorhanden war. Kühne bekämpfte die Beweiskraft der doppelten Contouren folgendermassen: Hat sich eine Amoebe umgeben von überall breitem, hyalinem, nach innen unregelmässig begrenztem Saume, so darf ich mich nicht wundern, wenn eine Reagens, wie Essigsäure, welches diesen Saum unter meinen Augen plötzlich schrumpfen macht, zwei runzelige, enge, aneinanderliegende Contouren erzeugt, und wenn ich weiss, dass jener Saum vorher unbeständig war, so werde ich nicht glauben, die solide, in der Essigsäure entstandene Hülle sei an seiner Stelle oder um die hyaline Randschicht herum zuvor schon vorhanden gewesen.

Deutlich nachweisbare Membranen besitzen viele Zellen der Oberhaut, so die von Leydig zuerst beschriebenen Schleimzellen an der Oberhaut der Süsswasserfische und in einer Reihe analoger Gebilde, welche F. E. Schulze[1] als Becherzellen zusammenfasst. F. E. Schulze unterscheidet solche Zellen, deren Membran (Theca) völlig geschlossen ist, und dann solche, welche eine rundliche, scharf begrenzte Oeffnung zeigen.

---

1 Max Schultze, Arch. Bd. III.

Viel früher schon wurden die Epithelzellen der Dünndarmzotten von Brücke[1] als solche bezeichnet, welchen an der freien Fläche die Membranen fehlen. Es wird jedoch darüber gestritten, ob sich alle Epithelien so verhalten oder zwischen gewöhnlichen Epithelzellen Becherorgane vorkommen.

Die Membranen können gleichartig homogen erscheinen, oder sie besitzen Poren (Leuckart[2]).

Die äusseren Grenzschichten können ausserdem noch ungleichartig sein dadurch, dass sie von einer Grenzfläche besonders verdickt sind (F. E. Schulze). Hierher zu rechnen ist auch der Basaltheil an der dem Darmlumen zugekehrten Fläche des Zottenepithels.

Es wird auch hier darüber gestritten, ob dieser Basalsaum von Poren durchsetzt sei (Funke, Kölliker) oder aus Stäbchen zusammengesetzt (Brettauer, Steinach), und daher ein streifiges Aussehen biete.

Zellkern. Seitdem R. Braun im Jahre 1833 den Kern der Pflanzenzellen entdeckt hat, hat sich noch kein namhafter Fortschritt in der Erkenntniss dieses Gebildes daran geknüpft. Schleiden wie Schwann haben vom Zellenkerne die Entwickelung der Zelle ausgehen lassen, und nach wie vor hält man den Kern als ein wichtiges Gebilde für die Fortpflanzung der Zelle. Wir haben schon oben angeführt, welche Einwände Brücke dagegen erhoben, dass man den Kern als ein unerlässliches Attribut der Zelle in das Schema aufnehmen müsse. Wir wissen weder etwas sicheres über die functionelle Bedeutung des Kernes, noch auch über dessen physikalische Eigenschaften. Wohl weiss man, dass überall, wo sich kernhaltige Zellen theilen, die Theilung zuerst vom Kerne ausgeht, dass dieser sich in die Länge zieht, bisquitförmig wird und sich endlich in zwei Stücke abschnürt. Brücke wirft dieser Erfahrung gegenüber die Frage auf, was man dagegen einwenden wollte, wenn jemand behauptete, der Kern verhalte sich bei aller Art der Fortpflanzung vollkommen passiv. Aber abgesehen von dieser Stellung der Frage wissen wir doch, dass es kernlose Zellen giebt, die sich gleichfalls theilen, und hierin gipfelt sich aller Einwurf, den man für die angenommene Bedeutung des Kernes machen kann. Nun könnte man aber sagen, dass der Kern dort, wo er eben vorhanden ist, für die Fortpflanzung von Bedeutung sei. Dagegen spricht aber wieder die Erfahrung, dass man die Theilung kernhaltiger Zellen beobachtet hat, wo der Kern auf der einen Seite liegen bleibt. Solche Angaben hat Remak[3] für die rothen Blutkörperchen und in neuester Zeit Weiss[4] für's Protoplasma in den Pflanzenhaaren gemacht. Auch über die physikalischen Eigenschaften des Kernes wissen wir sehr wenig. Reinhard hat aus dem Verhalten des Kernes gegen Wasser seine Bläschennatur deducirt. Wir wissen heute, welchen Werth solche Deductionen haben.

Mit denselben Kriterien, mit welchen die Membranen vieler Zellen be-

1) Denkschr. d. Wien. Akad. Bd. VI.
2) Vergleiche ausserdem F. E. Schulze l. c.
3) Entwickelungsgesch., Berlin 1855.
4) Die Pflanzenhaare, Berlin 1867.

stritten werden, kann auch eine begränzende Membran vieler Kerne bestritten werden. Sehr viele Kerne erscheinen durchaus homogen, sind gegen das umhüllende Protoplasma nur durch einen scharfen Contour abgesetzt. Die Kerne sind ferner mannigfacher Formveränderungen fähig. Es mögen diese nun activer oder passiver Natur sein, so wissen wir doch, dass wir eine Sprossenbildung, und dergleichen Veränderungen mehr, nicht leicht von Membranen umschlossenen Bläschen unterschieben können. Wenn die amöboide Zelle platt gedrückt wird, so plattet sich auch der Kern vollkommen ab, und wenn die Zelle sich wieder zusammenzieht, so zieht sich auch der Kern zusammen. Das sind durchaus Eigenschaften, die sich mit der Bläschennatur nicht gut vertragen. Es ist richtig, dass man an vielen Kernen deutlich die doppelten Contouren nachweisen kann, so zum Beispiel in ausgezeichneter Weise an vielen Ganglienzellen. Man kann also nicht zweifeln, dass solche Kerne durch eine vom Inhalt differente Grenzschicht abgegrenzt sind; man wird daraus aber auch nicht den Schluss ziehen, dass die Kerne überhaupt Bläschen sind. ROLLETT[1] hat schon früher den Kernen der Blutkörperchen besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Er hat in denselben besonders Vacuolenbildung beobachtet. In neuester Zeit wird aus seinem Laboratorium mitgetheilt, dass nach Inductionsströmen auch Kerne zusammenfliesen können, und das ist gewiss eine Erscheinung, welche von Bläschen nicht erwartet werden kann. Wir haben auch über die chemische Beschaffenheit der Kerne einige dunkle Angaben. KÜHNE[2] theilt mit, dass in demselben vermuthlich ein Eiweisskörper enthalten sei. Wir wissen ferner, dass die Kerne gegen Säuren und Alkalien eine ziemliche Resistenz zeigen; das alles aber giebt uns weder über die physiologische Bedeutung, noch über die Zusammensetzung des Kernes erheblichen Aufschluss.

In Rücksicht auf die Consistenz des Kernes äussert sich BRÜCKE, dass es darum eine eigene Sache sei. Die Zellentheorie sieht ihn als das erste feste Element der Zelle an, und doch ist dieses durch nichts erwiesen. Man kann nicht den widerlegen, der behauptet, der Kern sei von Haus aus eine sehr weiche Masse und er verhärte sich erst nachträglich; man kann hiergegen nicht anführen, dass der Kern oft schon in jungen Zellen eine bedeutende Consistenz zeigt.

Es ist schon oben ausgesprochen worden, wie gross die Wahrscheinlichkeit ist, dass der Kern des befruchteten Eies untergehe. Mit eben so grosser Wahrscheinlichkeit muss angenommen werden, dass sich der Kern der ersten Furchungskugel in derselben neu bilde. Wenn uns übrigens so genaue Untersuchungen über das Schwinden des Keimbläschens nicht zu Gebote stünden, so könnten wir doch den ersten Kern der Furchungskugel des Froscheies nicht aus dem Kerne des unbefruchteten Eies ableiten. Im unbefruchteten Eie haben wir es mit einem bläschenförmigen Kern zu thun. Man kann ihn unter einer starken Lupe bequem mit Nadeln zerreissen und die Membran darstellen.

1) Versuche am Blute. Wien. Sitzungsber. 1863. 2) Lehrb. d. phys. Chemie, Leipz. 1867.

In dem Säckchen findet man etwas klare Flüssigkeit und einige Körnchen. Der erste Kern der Furchungskugel aber ist ein vollkommen homogener und anscheinend weicher, kugeliger Körper.

Wenn gesagt wird, das Kernbläschen habe sich aufgelöst, und dann wieder gesammelt, so kommt das für die Lösung der Frage kaum in Betracht, denn es liegt dem keinerlei Erfahrung zu Grunde.

Was wir davon wissen ist, dass das befruchtete Ei anfangs keinen Kern erkennen lässt, und dass der Kern der ersten Furchungskugel in dem Protoplasma entsteht; dass er im jugendlichen Zustande, und einen solchen muss man in der Furchungskugel annehmen, aus einem Klümpchen Substanz bestehe, in dessen Zerfallproducten unter anderen auch Eiweiss gefunden werde. Dass dieser Kern endlich im Alter, und dafür darf das unbefruchtete Ei als Beispiel angeführt werden, in ein Bläschen umgestaltet werden könne.

Lionel Beale [1] hat der Bedeutung des Kerns eine plausible, wenn auch negative Fassung gegeben. Er fasst ihn sammt dem Protoplasma als »germinal matter« auf und stellt dieser ein »formed material« entgegen, welche die äusseren Grenzschichten einnimmt. Es liegt hierin wenigstens eine Andeutung, dass Kern und Protoplasma gewisse gemeinschaftliche Charaktere besitzen.

Noch weniger als über den Kern wissen wir übers Kernkörperchen. Man schrieb auch diesem letzteren eine besondere Bedeutung für die Fortpflanzung zu. Virchow beschreibt ganz umständlich seine Beobachtungen über die Theilung des Kernkörperchens. Mehr wissen wir auch über dieses nicht. Leydig spricht ihm jede Bedeutung ab, aber das geht auch nicht ohne weiteres an, wenn man bedenkt, dass das Kernkörperchen sich in manchen Fällen zu einem wirklichen Bläschen entwickelt, in welchem noch kleinere Körperchen Nucleololi beobachtet werden.

Zellengenese. Schleiden hat die Theorie von der ausschliesslichen Entstehung der Pflanzen aus homologen Bestandtheilen begründet. Er hat die kernhaltigen Zellen als die einzigen ursprünglichen Bestandtheile des Pflanzenembryo nachgewiesen, und die Entwickelung aller Gebilde überhaupt auf solche Zellen zurückgeführt. Diese Zellen sollten in einem Bildungsstoffe entstehen, und zwar zuerst die Kerne und dann erst die umhüllenden Membranen. Der Bildungsstoff sollte aber gemeinhin innerhalb schon vorhandener Zellen gefunden werden. Schwann sagte über die Entstehung der Zellen: »Es ist eine structurlose Substanz da, die nach ihrer chemischen Beschaffenheit und nach dem Grade ihrer Vitalität mehr oder weniger die Fähigkeit in sich trägt, die Entstehung von Zellen zu veranlassen«.

Nach Schwann aber sollte die extracelluläre Neubildung d. h. im freien Blasteme im Thierreiche der häufigere Vorgang sein. Ihm gegenüber stellte sich zunächst die Erfahrung der Embryologen. Die schon im Jahre 1824 durch Prevost und Dumas entdeckte Furchung des Froscheies führte im Anfang der

1) Die Struktur der einfachen Gewebe. Deutsch von Carus. Leipz. 1862.

vierziger Jahre zur Aussage, dass die Stücke, in welche das Ei zerfalle, Zellen seien. Es wurde dieses zuerst von Reichert[1] vertheidigt, und zwar stützte er sich darauf, dass er an den gefurchten Stücken vermeintlich die Zellenmembranen nachweisen konnte. Bergman[2] hat gegen den Nachweis dieser Membranen zwar sehr gegründete Einwände erhoben, er schloss sich aber dennoch mit sehr richtigem Verständnisse der Annahme an, dass die Furchungskugeln Zellen seien, dass sie aber anfangs nicht umhüllt sind, und erst nachträglich Hüllen bekommen.

Auch von Henle wurde der Furchungsprozess mit der Theilung der Zelle in Zusammenhang gebracht und Koelliker hat die Furchung des Cephalopodenkeims in ähnlichem Sinne gedeutet. Man ist aber von dieser Anschauung über die Zellengenese immer wieder abgegangen.

Das Verdienst diese Anschauung mit Consequenz vertheidigt zu haben, muss vor Allen Remak[3] zugeschrieben werden, insoferne er das Meiste dazu beigetragen hat, dass die Schwann'sche Lehre von der Zellenbildung verlassen wurde. Remak hat mit aller Sicherheit den Satz vertheidigt, dass bei Aufbau des Embryo keine andere Zellenvermehrung aufzufinden sei, als diejenige durch Theilung.

Remak schrieb sich auch das Verdienst zu, dasselbe Gesetz für die pathologische Bildung aufgestellt zu haben. Es unterliegt indessen keinem Zweifel, dass Virchow an der Eroberung dieses Terrain's bedeutenden Antheil genommen hat, und sein im Jahre 1855 vertheidigter Ausspruch: »omnis cellula e cellula«[4] ist füglich die Grundlage unserer jetzigen Zellentheorie.

Während solche Grundsätze auf der einen Seite für die Zellenbildung in zusammengesetzten Thierkörpern vertheidigt wurden, hat Pasteur durch glänzende Versuche bewiesen, dass die Annahme, es könnten sich andere Organismen frei in Flüssigkeiten entwickeln, auf Irrthümern beruhe, dass wenn man den Zutritt lebender Organismen zu solchen Flüssigkeiten verhindert, in denselben sich auch keinerlei Entwickelung nachweisen lasse. Es wird sich niemand verhehlen, das wir in Consequenz unseres Denkens die Annahme nicht von uns weisen können, dass einmal eine freie extracellulare Zellenbildung stattgefunden hat. Es ist auch nicht gerechtfertigt zu behaupten, dass jetzt keine solche vorkommt. Es darf aber behauptet werden, dass gegenwärtig keine einzige Beobachtung vorliegt, aus welcher sich unanfechtbar eine Generatio aequivoca folgern liesse.

Wir unterscheiden eine Zellbildung durch Theilung, dann durch Knospung und endlich eine endogene Zellbildung. Nach Brücke liegt der wesentliche Unterschied zwischen der letzteren und der ersteren darin, dass in dem einen Falle Zellen wie Embryonen im Mutterleibe entstehen und heranwachsen, in dem anderen Falle der Leib der Mutterzelle in Stücke zerfällt, die nun die zweite Generation darstellen.

1) Entwickelungsl. im Wirbelth., B. 1840.
2) Müller, Arch. 1841.
3) Entwickelungsgesch., Berlin 1852—55.
4) Virchow, Archiv 1855. Bd. 8. 1. Heft.

Bei der Theilung kernhaltiger Zellen theilt sich in der Regel zuerst der Kern; er zieht sich in die Länge, wird bisquitförmig und dann schnüren sich endlich zwei Stücke ab, die auseinander rücken. Nicht jeder Kerntheilung folgt eine Zelltheilung, wohl aber ist sie gewöhnlich mit einem Wachsthume der Zellen verbunden. Es können Zellen um ein vielfaches grösser werden, die Kerne in ihnen sich auf zwanzig und darüber (in gerader oder ungerader Zahl) vermehren und doch wird keine Zellentheilung eingeleitet. Eine Kernbildung ausserhalb der Zellen ist, wie erwähnt, bis heute nicht nachgewiesen. Innerhalb der Zellen aber müssen wir neben einer Kernbildung durch Theilung eine Neubildung von Kernen annehmen.

Die Kernbildung geht in gleicher Weise der endogenen Zellenbildung wie der totalen Zerklüftung und Theilung der Zelle voraus.

Als ein Beispiel der endogenen Zellenbildung ist nach Weismann[1] die in Insecteneiern anzuführen: ob die Bildung der Eiterkörperchen in Epithelien (Buhl[2]) hieher oder zur Theilung (Remak) zu rechnen ist, bleibt fraglich.

Wenn sich alles Protoplasma innerhalb einer Kapsel oder Membran in zwei oder mehr Stücke zertheilt, so ist das nicht mehr als endogene, sondern als Zellbildung durch Theilung aufzufassen. Als Beispiele sind anzuführen die Knorpelzellen und die ersten zwei Furchungskugeln.

Wenn sich das nackte Protoplasma theilt, dann ist der Act selbstverständlich als eine Theilung aufzufassen. Als ein hieher gehöriges Beispiel ist die die Theilung der Eier im Eierstock junger Katzen (Pflüger) anzuführen.

Bei der Fortpflanzung durch Knospung erhebt sich vor der Zelle erst ein Fortsatz, eine Knospe, welche abgeschnürt wird. Als Beispiel gilt die Fortpflanzung der Hefenpilze, die Eibildung bei Nematoden (Meissner), dann die Knospenbildung des Keimes mancher holoblastischen Eier (Salmo fario) (Stricker). Die Abgrenzung einer Zelle aus dem mütterlichen Gebilde ist eine Bewegungserscheinung (Max Schultze). Für die Zellbildung durch Theilung ist darauf bezüglich folgendes bekannt: das Protoplasma contrahirt sich partiell, und zwar in einer rings um den Leib desselben beginnenden Zone. Aus der Contraction ergiebt sich eine Einschnürung, die immer tiefer greift, bis endlich das Protoplasma in zwei Stücke getheilt ist. Der ganze Process lässt sich an befruchteten Froscheiern unter dem Mikroskope verfolgen.

Wie sich bei der endogenen Zellenbildung im Mutterleibe die Tochter abgrenzt, darüber liegen keine directen Beobachtungen vor.

In vielen Fällen kennen wir die Reize, durch welche die Bewegungen veranlasst werden. In den befruchteten Eiern müssen wir die Spermatozoiden

1) Entw. der Dipteren, 1864.

2) Der Verfasser hat noch keine Gelegenheit gefunden, auf die von Volkmann und Steudener gemachte Mittheilung über das Einwandern von amöboiden Zellen in Epithelien und die Täuschungen, welche der Aussage über endogene Bildung in Epithelien zu Grunde liegen konnen, einzugehen. Für die Richtigkeit der Angaben Buhl's über Zellbildung aus den vorhandenen Epithelien steht er aber selbst ein und hat sie darum als Beispiel angeführt.

als die Körper ansehen, von welchen aus die erste Erregung geschieht. Zweifellos spielt bei der Furchung auch die erhöhte Temperatur eine bedeutende Rolle (siehe ob.). In vielen anderen Fällen ist uns die Anregung zur Theilung der Zellen unbekannt.

Die Abschnürung der Zellen ist dem Geburtsacte zu vergleichen. Bevor sie sich aber abschnüren, müssen sie hinreichend an Masse zugenommen haben, sonst würde der fortschreitenden Theilung bald eine materielle Grenze gesetzt sein. Das Wesen der Zellvermehrung liegt also in der Fähigkeit zu assimiliren.

An dem Principe, dass sich Zellen durch Abschnürung vermehren, kann nicht gerüttelt werden. Die Furchung der Eizelle ist ein Beispiel, welches keine zweideutige Auslegung zulässt.

Es kann aber darüber gestritten werden, ob gewisse Zellen im erwachsenen Organismus sich noch durch Abschnürung in dem einen oder andern Sinne vermehren können. Seitdem die Auswanderung farbloser Blutkörper bekannt geworden ist, können Zweifel darüber auftauchen, ob denn mit Ausnahme dieser sich auch noch andere Zellen vermehren.

Mit Ausnahme des Knorpels, wo an einer Zelltheilung eben so wenig gezweifelt werden kann, wie am befruchteten Eie, sind auch die Bilder, welche an Geweben des erwachsenen gesunden Organismus auf Theilung schliessen lassen, von keinem untrüglichen Werthe. Im Knorpel sieht man innerhalb der festen Grundsubstanz in Höhlen eingeschlossen die Abkömmlinge einer Mutter. In allen anderen Geweben aber, wo solche feste Grenzen rings um Zellenfamilien nicht anzutreffen sind, kann man nicht behaupten, dass zwei oder vier Zellen, die eng aneinander liegen, aus einer früher vorhanden gewesenen Mutter gleichen physiologischen Werthes entstanden sind. Es könnten in solchen Fällen Zellen von anderswoher eingewandert sein. Es wäre dann denkbar, dass die farblosen Blutzellen zur Regeneration für alle Gewebe des Thierleibes bestimmt sind.

Vom Standpunkte der Entwickelungsgeschichte liesse sich kein stichhaltiger Einwand erheben. Das Blut kommt zwar aus einem anderen Keimblatte, wie z. B. die Epithelien; aber schliesslich stammen alle Zellen aus den Furchungskugeln, und diese wieder aus dem befruchteten Eie. Wer weiss endlich, welcher Einfluss sich geltend machen muss, damit eine Furchungskugel Epithelzelle werde, und ob sich ähnliche Einflüsse auf junge Zellen nicht auch in der postembryonalen Zeit geltend machen können.

Man sieht häufig zweikernige Epithelzellen, und es wird allgemein angenommen, dass die Kerntheilung der Zelltheilung vorausgehe: das zugegeben, wer sagt uns dann, dass jeder Kerntheilung auch eine Zelltheilung folgt. Vielleicht ist die Kerntheilung in den Epithelien nur ein verkümmerter Process in Zellen, welche keiner Theilung mehr fähig sind.

Für ein sehr naheliegendes Object, für die Blutgefässe ist es indessen sichergestellt, dass sie sich theilweise aus sich selbst regeneriren, dass von den Capillaren Fäden auswachsen, welche wieder Capillaren werden.

Anders steht es beim Bindegewebe. Da nicht bezweifelt werden kann, dass einzelne Zellen, welche im Bindegewebe wandern, aus dem Blute stammen, so muss die Frage offen bleiben, ob sich die Bindesubstanz, da wo es die localen Verhältnisse gestatten, nicht überhaupt aus solcher Quelle regenerirt. W. Joung hat eine solche Bildungsweise für das ödematöse Scrotum mit Sicherheit ausgesprochen.

Ueber die Neubildung von Nerven und Muskelgewebe im gesunden erwachsenen Organismus wissen wir zu wenig, um hier darüber zu discutiren.

Das Hauptgewicht der Frage concentrirt sich auf die Drüsenzellen, auf die Epithelien, auf das rete Malpighii. Ist hier die Vermuthung gerechtfertigt, dass Henle's wichtige Entdekung von dem selbstständigen Wachsthum des rete einen Stoss erleiden kann?

Die Entwickelung von Epithelien aus Zellen des Bindegewebes ist schon vielfach vertheidigt worden, von Burkhardt, von Virchow und Förster. In der neuesten Zeit behauptet Pagenstecher[1] eine Entwickelung aus Exsudatzellen und Biesiadecki[1] spricht es direct aus, aus farblosen Blutzellen. Aus den neueren Untersuchungsmethoden kann die Veranlassung zu dem Ausspruche hauptsächlich von zwei Motiven ausgehen. Das Erste ist das Vorhandensein von Wanderzellen zwischen dem Epithel (Recklinghausen) und das zweite der Umstand, dass man nach der Injection von feinkörnigen Farbstoffen in das Blut solche nachträglich auch in den Epithelzellen antrifft.

Das letzte Motiv ist nicht zwingend. Farbstoffkörnchen können überall hin geschwemmt werden, wo eine Saftströmung existirt. Die Anwesenheit von Wanderzellen ist jedenfalls ein viel wichtigeres Motiv, aber gleichfalls nicht zwingend. Es hat Niemand beobachtet, dass sich die Wanderzellen als Epithelien festsetzen.

Es ist nicht massgebend, dass wir bis jetzt die Bedeutung der Wanderzellen nicht kennen, dass wir nicht wissen, was aus ihnen wird. Wenn Jemand behaupten wollte, die Wanderzellen haben die Bedeutung von Conjugationsorganismen, so könnte man ihn nicht mit mehr Recht widerlegen, als Jemanden, der behauptete, die Wanderzellen werden Epithelien.

Recklinghausen[2] hat über die Conjugation von Zellen eine Andeutung gegeben, welche sich aber wegen ihrer kurzen Fassung hier nicht verwerthen lässt.

Der Umstand, dass das schönste Vorbild der Zelltheilung, die Furchung nämlich, ohne Befruchtung nicht zu Stande kommt, gestattet uns nicht die Frage, ob die Conjugation von Zellen nicht ein häufigerer Vorgang sei, glattweg von uns zu weisen.

Formen der Zellen. Ueber die Form der amöboiden Zellen lässt sich keine allgemeine Angabe machen, denn es ist ihnen eigenthümlich die Form

1) Wiener Sitzungsber. 1868. 2) Max Schultze, Arch. Bd. II.

verändern zu können. Es lässt sich vermuthen, dass sie in sehr verschiedenen Formen auch absterben können, und es kann daher die Form der abgestorbenen amöboiden Zellen gleichfalls keiner bestimmten Angabe unterzogen werden. Es gilt diess indessen nur so lange, als die Zellen in Flüssigkeiten suspendirt sind. Dort, wo sie in grösseren Haufen zusammenliegen, platten sie sich gegenseitig ab. Die Furchungskugeln sind, so lange sie in ihrer natürlichen Lage sind, polyedrisch mit ebenen Flächen versehen, und je eine Grenzfläche einer Zelle berührt die Grenzfläche einer Nachbarzelle. Ein ähnliches Verhältniss findet überall statt, wo relativ weiche, schmiegsame Zellen einen gegebenen Raum vollkommen ausfüllen. Es kann übrigens eine Richtung (Axe) des Körpers über die anderen überwiegen. So ist es der Fall in den untersten Lagen der geschichteten Epithelien; diese bilden nämlich in der Regel Prismen, man sagt, sie sind pallisadenartig angeordnet. Die über den Prismen liegenden Zellen sind schon wieder polyedrisch ohne vorwiegende Axe. Die obersten Lagen der geschichteten Epithelien sind in der Regel abgeplattet.

In den geschichteten Epithelien des obersten Abschnittes des Athmungstractes sind die Zellen zumeist in die Länge gezogen, und zwar kommen hier hauptsächlich zwei Formen in Betracht, solche, welche einen kürzeren oder längeren cylindrischen oder flaschenartigen Körper und einen von der einen Seite auslaufenden Faden besitzen, und zwischen diesen befinden sich spindelförmige Zellen mit einem relativ kurzen Bauche, welcher beiderseits in dünne Fortsätze ausläuft. Da, wo die Zellen als einzelne Schichten Höhlen auskleiden, sind sie entweder verschieden gestaltete Platten (Endothelien-His) oder es ist die Längenaxe besonders prävalierend (cylindrische Epithelien) und dann kommen verschiedene Abstufungen vor zwischen Cylindern und Platten.

Die cylindrischen Zellen sind nicht Cylinder im Sinne der Stereometrie, sehr häufig sind sie conisch mit einer gegen die freie Höhle gewendeten Basis, und andere Male wieder aus einem konischen Körper und einem von der Spitze des Conus auslaufenden Faden zusammengesetzt. Die Zellen können ferner als sogenannte verästigte oder Zellen mit Ausläufern versehen vorkommen (Nervenzellen, Hornhautkörperchen), sie können sich endlich ausserordentlich in die Länge ziehen (Muskelzellen).

Als eine besondere Form von Zellen müssen diejenigen bezeichnet werden, welche mit Cilien versehen sind. Die Flimmerzellen an und für sich können sehr verschieden gestaltet sein, die Flimmerhaare aber sitzen immer nur an einer Fläche der Zelle, und zwar müssen sie immer frei in eine Höhle hineinragen.

Die Flimmerhaare können sehr verschieden lang sein, sie können den Längendurchmesser der Zelle um ein vielfaches überragen, wie das in den Nierenkapseln einiger Amphibien der Fall ist (Remak [1], Duncan [2]), sie können aber auch sehr kurz sein, so dass sie nur einen kleinen Bruchtheil des Längen-

1) Frorieps N. 1843. 2) Wien. Sitzungsb. 1867.

durchmessers der Zellen betragen; in solchem Falle erscheinen sie namentlich im Ruhezustande als ein mässig breiter Saum der Zelle. Auch die Dicke der Haare kann sehr verschieden sein; die Cilien an den oberflächlichen Zellen der abgefurchten Froscheier kann man bei einer guten 400fachen Vergrösserung kaum noch wahrnehmen, die Cilien aber an Anodonta-Kiemen sind an ihrer Basis schon bei viel schwächerer Vergrösserung sehr gut sichtbar.

Verbindung der Zellen unter einander. Seitdem wir in der Behandlung der Gewebe mit verdünnten Lösungen von salpetersaurem Silberoxyd (Recklinghausen) ein Mittel kennen gelernt haben, durch welches gewisse Verschiedenheiten der Structur kenntlich gemacht werden, wissen wir, dass zwischen den Zellen, da wo sie sich scheinbar berühren, noch eine Substanz vorhanden ist, durch welche sie aneinander gekittet sind. Recklinghausen hat auf diese Weise eigenthümliche Zeichnungen in den feinsten Lymphgefässen kenntlich gemacht. Eberth, Aeby und Auerbach[1] haben in ähnlicher Weise eigenthümliche Zeichnungen an den Blutcapillaren erwiesen. Aehnliche Zeichnungen sind ferner überall da hervorzubringen, wo sich Zellen aneinander legen.

Es ist gegen die Deutung der durch das Silber hervorgerufenen Linien in den Blutcapillaren opponirt worden.

Die Opposition gründete sich auf die Erfahrungen der Entwickelungsgeschichte. Diese lehrt uns, dass die Blutcapillaren als solide Fäden beginnen und dann hohl werden. Wir wissen aber jetzt durch die Untersuchungen von Reitz[2], dass die Zotten der Placenta gleichfalls als solide Fäden anfangen, dann hohl werden, und dass endlich, nachdem eine reiche Kernwucherung stattgefunden hat, die Protoplasmahülle der hohlen Zotte in cylindrische Zellen abgetheilt wird. Wir sehen also, dass sich ein grosser Protoplasmakörper in Zellen abtheilen kann.

In demselben Sinne müssen wir jetzt die Blutcapillaren deuten; sie werden nach Art des Kanonenrohrs angelegt, sind aber nachträglich wie Schornsteine gebaut, indem sich in der Wand Zellenabgrenzungen, richtiger gesagt Kittsubstanzen entwickelt haben.

Es lehrt uns dieser Vorgang, dass die Kittsubstanz metamorphosirter Zellenleib, und daher in die Reihe der Intercellularsubstanzen zu setzen ist.

Die Zellen können sich entweder mit ebenen Flächen aneinander legen, oder aber sie können an ihren Flächen kleine Vorsprünge, Stacheln oder Riffe tragen, und sich mit diesen Stacheln wie Bürsten aneinander schmiegen (Max Schultze[3]). Sie können sich auch theilweise mit ebenen Flächen und theilweise durch Ineinandergreifen von Stacheln verbinden (F. E. Schultze[4]). Insofern wir die Kittsubstanzen in die Reihe der Intercellularsubstanzen setzen, besteht kein durchgreifender morphologischer Unterschied zwischen der Ver-

1) Centralbl. 12, 13, 14. 1866.

2) Wien. Sitzungsberichte 1868.

3) Centralblatt 1864. Nr. 12.

4) l. c.

bindungsweise der Epithelien, der Endothelien und der Zellen der Bindesubstanzen. Wir haben es zunächst mit einem metamorphosirten Zellkörper zu thun, durch welchen die Formelemente verbunden sind.

Ausser der Verbindung durch Intercellularsubstanz kennen wir noch eine Verbindung der Zellen durch Ausläufer.

Wir haben schon früher eine Eigenschaft der Zellen kennen gelernt, vermöge welcher sie unter gewissen Verhältnissen zusammenfliessen; wir haben auch dargethan, dass diese Erscheinung während des Lebens der Zellen eintreten kann. Wir können also die Fähigkeit der Protoplasmamassen, sich mit einander zu verbinden, nicht bezweifeln. Dennoch ist der mikroskopische Nachweis directer Verbindungen (Verschmelzung) von Zellen nicht über jeden Zweifel erhaben. Es können die Verbindungen durch Kittsubstanzen hergestellt sein, welche bis jetzt nicht nachgewiesen wurden.

Vom physiologischen Standpunkte aus aber muss eine Verbindung der Ausläufer von Nervenzellen unter einander angenommen werden. Es widerspräche wenigstens unseren Erfahrungen über die Nervenleitung, wollten wir annehmen, dass zwischen den einzelnen Nervenzellen Kittsubstanzen eingeschaltet sind.

Die Nervenzellen ausgenommen lässt sich für alle angenommenen oder nachgewiesenen Zellenverschmelzungen der oben geltend gemachte Einwand erheben.

Eintheilung der Zellen. Man theilt die Zellen gewöhnlich ein nach ihren physiologischen Functionen. Durchgreifend ist indessen dieser Eintheilungsgrund bis jetzt nicht, weil wir die Functionen vieler Zellengruppen noch nicht kennen. Wir wissen z. B. nicht genau, wohin die farblosen Blutkörper ihrer Function nach zu setzen sind; es ist ferner nicht wahrscheinlich, dass alle auf einer membranösen Ausbreitung vertheilten Zellen, wie Epithelien und Oberhautzellen, functionell gleichartig sind. So sind zwischen den Oberhautzellen der Fische eigenthümliche, kolbenartige Zellen (MAX SCHULTZE); ferner zirkelkopfartige Zellen (F. E. SCHULZE), Wanderzellen, Becherzellen u. a. beschrieben. Alle diese Zellen sind wahrscheinlich functionell verschieden und könnten nach unserem Eintheilungsgrunde nicht in eine Gruppe Oberhautzellen zusammengethan werden.

Man pflegt auch einzelne morphologische Merkmale, einzelne genetische Beziehungen mit in den erstgenannten Eintheilungsgrund hineinzuziehen, wir werden aber sehen, dass keines dieser Merkmale für sich dem gedachten Zwecke genügt.

Der Function nach haben wir zu unterscheiden: Nervenzellen, Muskelzellen, rothe Blutzellen (Athmungsorganismen), Drüsen oder Secretionszellen, Flimmerzellen, und endlich Zellen der Bindesubstanzen, als deren Function der Aufbau des Gerüstes der Thierkörper zu betrachten ist. Hieran reihen sich solche Zellen, deren Bedeutung wir nur aus ihrer räumlichen Stellung

und Anordnung beurtheilen. Dazu gehören die Zellen der Oberhaut, dann die Endothelien und jene zelligen Auskleidungen der Schleimhäute, denen wir keine specifische Secretion zuschreiben (Epithel des Oesophagus der Harnröhre et.). Wir suchen ihre Function darin, dass sie Höhlen abgrenzen, wichtige Organe (Cutis) gegen äussere Schädlichkeiten schützen, müssen aber in Rücksicht auf die morphologischen Unterschiede zugeben, dass wir die Function eines Theiles derselben gar nicht kennen.

Zuletzt stehen endlich die farblosen Blut- und Lymphkörper. Nun wissen wir von diesen, dass sie höchst wahrscheinlich zur Regeneration der rothen Blutkörper bestimmt sind, aber wir wissen auch, dass sie ganz anderen Zwecken dienen können.

Nach der Genese kann man die Zellen eintheilen, je nach den Keimblättern, aus welchen sie stammen. So glücklich aber auch die Eintheilung der Auskleidungszellen in Epithelien und Endothelien (His) nach diesem Principe ausgeführt wurde, so ungünstig steht es mit der weiteren Verwerthung der Genese. Man müsste die Zellen der Hautdrüsen von denen der Darmdrüsen trennen, weil jene aus dem oberen, diese aus dem unteren Keimblatte hervorgehen. Ferner müssten alle Hautdrüsen in die Reihe der Oberhautzellen, alle Epithelien in die Reihe der Secretionszellen, und endlich Bindegewebe, Muskel und Blut in eines zusammengethan werden. Wenn sich auch gegen manche dieser Zusammenstellungen nichts einwenden liesse, ganz aufrechterhalten könnten wir eine solche Eintheilung doch nicht.

Die morphologischen Eigenschaften werden meist nur zum Grunde für Unterabtheilungen verwendet, die in den folgenden Capiteln ihren Platz finden.

Formative Thätigkeit der Zellen. Die Erkenntniss, dass der Thierleib, Ingesta ausgenommen, nur aus Zellen oder Zellenderivaten besteht, gehört mit zu den besten Errungenschaften Schwann's. Die folgenden Capitel werden das Thatsächliche, worauf sich diese Aussage gründet, ausführlich darstellen. Hier kann nur auf die allgemeine Bedeutung der Zellen für den Thierleib hingewiesen werden und in Rücksicht auf ihre formative Thätigkeit mag also die Andeutung genügen, dass alles Organisirte des Thierleibes, was nicht Zelle ist, aus Zellen oder durch dieselben entstanden sein müss. Ausser den organisirten Bestandtheilen des Thierleibes sind noch die in demselben vorhandenen chemischen Verbindungen, insofern sie nicht als solche eingeführt wurden, als Producte der Zellenthätigkeit anzusehen; es ist aber nicht thunlich die nicht organisirten Körper, auch wenn sie als feste Verbindungen abgelagert werden, der formativen Thätigkeit der Zelle zuzuschreiben. Auf Rechnung dieser setzen wir nur all das, was durch Umgestaltung der Zellen zu organisirten Bestandtheilen des Thierleibes wird.

Veränderungen der Zellen im Tode. Es ist in vielen Fällen schwer zu entscheiden, ob eine Zelle noch lebt; es genügt nicht zu wissen, dass man das Präparat einem lebenden Thiere oder der Leiche eines vor einigen Stunden

verstorbenen Thieres entnommen hat. Wenn die Zellen keine amöboiden Bewegungen machen, und wenn sie andererseits nicht einem in Verwesung befindlichen Leichentheile entnommen sind, ist die Entscheidung nach beiden Richtungen hin schwer, zuweilen unmöglich.

Chemische Reactionen können uns, bei dem heutigen Stande unseres Wissens, darüber nicht belehren, wenn nicht etwa die Eingriffe so wenig intensiv sind, dass sie eben nur Bewegungen anregen, aber keine tiefgreifenden Zerstörungen bewirken. Dasselbe gilt von allen anderen Eingriffen; sie können uns über das Leben der Zellen nur dann belehren, wenn sie Veränderungen bewirken, welche wir erfahrungsgemäss dem Leben zuschreiben dürfen. Andererseits ist es häufig leicht zu entscheiden, dass eine Zelle todt ist. Die meisten chemischen Reactionen beziehen sich auf Erscheinungen an Zellenleichen. Die Bilder, welche uns die durch chemische Eingriffe abgetödteten Zellen bieten, sind so mannigfach, dass sie nicht besonders aufgezählt werden können. Die wichtigsten sind bereits in dem Capitel »Methodik« abgehandelt worden. Wenn die Zellen durch intensive elektrische Ströme, durch hohe Temperaturen oder durch mechanische Eingriffe getödtet werden, kann die Entscheidung über ihren Zustand, nach dem, was bisher über diese Eingriffe gesagt wurde, gleichfalls nicht zweifelhaft sein. Wenn aber keine auffälligen Deformationen (Quetschung, Zerreissung, Berstung), keine auffälligen physikalischen Veränderungen (Trübung, Gerinnung) und auch aus den Conservirungsverhältnissen keine Anhaltspunkte gefunden werden, um den Tod der Zellen zu erschliessen, ist den Aussagen über denselben vorläufig kein wissenschaftlicher Werth beizulegen.

Capitel II.

Von den Bindesubstanzen.

Von

A. Rollett,

Professor der Physiologie in Graz.

Es ist in der Histologie gebräuchlich geworden, unter dem Namen der Bindesubstanzen eine Reihe von Geweben zusammen zu fassen. Aus diesen Geweben sind jene Bestandtheile des Thierleibes gebildet, die ihrer allgemeinsten Bedeutung nach als Grundlage, Träger oder Umhüllung für Epithelialgebilde, Blut, Lymphe, Muskeln und Nerven angesehen werden können. Bei den Wirbelthieren umfasst die Gruppe der Bindesubstanzen das Bindegewebe, das Knorpelgewebe, das Knochengewebe, das Gewebe der Hornhaut und des Zahnbeines.

Die Gewebe der Bindesubstanzen gehen aus dem mittleren Keimblatte hervor, aus welchem sich übrigens auch das Blut und die Muskeln entwickeln. Die typischen Bindesubstanzen zeichnen sich in histologischer Beziehung dadurch aus, dass sie grössere zusammenhängende Lager von Substanz (Intercellularsubstanz) enthalten, die im Vergleich mit den in jene Substanz eingelagerten zelligen Gebilden (Protoplasma) oder den Formbestandtheilen anderer Gewebe unter allen Umständen als eine mehr passive an den Lebensvorgängen wenig betheiligte Masse erscheint. Und diese Massen bestehen grösstentheils aus Leimbildnern (Collagen, Chondrigen, Ossein). Durch Substitution oder genetische Nachfolge gehen die Gewebe der Bindesubstanz oft in einander über, sie erscheinen ferner als morphologische Aequivalente, indem bestimmte Organe oder Organtheile oft nahe verwandter Thiere bald aus dem einen, bald aus dem anderen jener Gewebe gebildet werden. Sind die eben berührten Thatsachen auch geeignet, uns eine Zusammenfassung unserer Gewebe in eine Gruppe zu empfehlen, so waren sie doch nicht die ausschliessliche und nächste Veranlassung, welche zur Aufstellung der Bindesubstanzgruppe geführt hat. Die letztere ist vielmehr gebräuchlich geworden seit man Versuche darauf richtete für jene Gewebe einen verwandten Entwickelungsgang und eine daraus abzuleitende homologe Bedeutung ihrer mikroskopischen Bestandtheile nachzuweisen.

Das Schicksal der so entstandenen Bindegewebstheorien war ein sehr wechselvolles. Zuerst trat Reichert[1] mit seiner Verwandtschaftslehre auf. Darnach sollten die Bindesubstanzen eine Grundsubstanz enthalten, die aus einer Verschmelzung von Zellen oder doch gewisser Antheile derselben mit einer formlosen Intercellularsubstanz entstehen. Mit diesem Entwickelungsmodus brachte Reichert die von ihm behauptete Strukturlosigkeit des bis dahin für faserig gehaltenen eigentlichen Bindegewebes in Zusammenhang und mit beiden die Abwesenheit eines sichtbaren Grenzcontours der aneinanderstossenden verwandten Gewebe oder wie er sich ausdrückte die »Continuität« ihrer Grundsubstanzen.

Diese Theorie wurde von ihrem Anfange an von Henle[2] entschieden bekämpft und hatte sich vorerst überhaupt keiner besonderen Anerkennung zu erfreuen.

Wenn auch die von Reichert gelehrte und jetzt widerlegte Strukturlosigkeit des Bindegewebes ihre Anhänger fand, und wenn auch Virchow zu den letzteren zählte, so entspricht es doch den Thatsachen nur wenig, wenn man, wie das häufig geschieht, die von Virchow in den fünfziger Jahren ausgesprochene Bindegewebstheorie als eine Fortbildung der Reichert'schen hinstellt.

Virchow[3] und Donders[4] gebührt das Verdienst auf die Persistenz von Zellen im reifen Bindegewebe aufmerksam gemacht zu haben. Und Virchow benutzte seinen Fund, indem er die Zellen des Bindegewebes (Bindegewebskörperchen) für die Analoga der Zellen des Knorpel- und Knochengewebes erklärte, zur Aufstellung eines einfachen Schemas[5] für den Bau der Bindesubstanzen; so wie er andererseits auf die Reizung, Vegetation und Proliferation jener Gewebezellen eine Reihe der wichtigsten pathologischen Processe zurückzuführen suchte und die weitgehende Gedankenentwickelung seiner Cellularpathologie daran knüpfte.

Nach Virchow's Schema sollte der grösste Theil der zur Gruppe der Bindesubstanzen gehörigen Gewebe aus Intercellurlarsubstanz bestehen. Die letztere ist nur bei den einzelnen Gliedern der Reihe ihrer chemischen Natur nach verschieden und enthält mannigfach geformte, aber in ihren verschiedenen Formen in allen Bindesubstanzen wiederkehrende (identische) Zellen eingebettet. Um Virchow hatte sich eine grosse Zahl von Anhängern geschaart. Die besonderen Methoden, deren sich Virchow bei seinen Untersuchungen bediente, brachten es aber mit sich, dass er auch Bilder, welche mit Bindegewebszellen nichts zu thun hatten, als solche beschrieb, und dass er für das Bindegewebe ebenso wie schon frühere Forscher für das Knochengewebe zur Annahme vielfach verbundener Zellausläufer geführt wurde, die als plasma-

1) Beiträge zur vergleichenden Naturforschung etc. Dorpat 1845.
2) Canstatt's Jahresbericht für 1845. Bd. I. p. 55 und 1847 Bd. I. p. 44.
3) Würzburger Verhandl. Bd. II. p. 154 u. 314.
4) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 3. p. 348.
5) Cellularpathologie.

tisches Kanalsystem das Gewebe nach allen Richtungen durchdringen sollten. Beides rief Henle's[1] entschiedenen und beharrlichen Widerspruch gegen die Bindegewebskörperchen im Sinne Virchow's hervor.

Es bedurfte einer genauen Sichtung der mikroskopischen Bilder, deren endliches Resultat war, dass man sich ziemlich allgemein von der Existenz persistirender Zellen im reifen Bindegewebe überzeugte.

Mittlerweile hatte aber durch Max Schultze's[2], Brücke's[3] und Anderer Bemühungen die von Schwann begründete und bis dahin giltige Zellenlehre eine gründliche Umgestaltung erlitten. Man konnte sich die thierischen Zellen nicht mehr als gleichmässige, nach einem bestimmten Schema gebaute vegetative Elementartheile vorstellen. Das konnte nicht ohne Einfluss auf die Vorstellungen bleiben, welche man sich von dem Bau der Bindesubstanzen machte. Noch directer wurde aber die Bindegewebsfrage berührt durch die Anschauungen, welche M. Schultze gleichzeitig über die festen Intercellularsubstanzen der thierischen Gewebe aussprach. Man hatte bis dahin meist die Grundsubstanz des hyalinen Knorpels als das Prototyp einer formlosen Intercellularsubstanz, gewöhnlich als den Ausgangspunkt für die Betrachtungen über die letzteren genommen. Max Schultze hob dagegen die bis dahin wenig beachteten Angaben Remak's und Fürstenberg's über die Grundsubstanz des Knorpels hervor und suchte zu zeigen, dass man es hier nicht mit einer Intercellularsubstanz im Sinne eines erhärteten Ergusses zwischen die Zellen zu thun hat, sondern dass vielmehr die sogenannte Intercellularsubstanz vom Anfange an geformt aus dem Protoplasma der Zellen hervorgehe.

Das musste unmittelbar dazu auffordern, auch die genetische Bedeutung der Grundsubstanz des Knochens und die fibrilläre Substanz des Bindegewebes einer erneuten Prüfung zu unterziehen.

In der That äusserte sich Max Schultze[4] auch sogleich für die fibrilläre Substanz des Bindegewebes dahin, dass sie aus dem »Protoplasma wandungsloser und bis zur Verschmelzung genäherter Embryonalzellen« entstehe. Nur eine dünne Schicht des Protoplasma, welche um den Kern der ursprünglichen Zellen liegt, bleibe mit dem Kern als wandungslose Bindegewebszelle (Bindegewebskörperchen) zurück. Es muss nun auch erwähnt werden, dass mehr unabhängig von den deutschen Bestrebungen, in England von Beale[5] über die Entwickelung des Bindegewebes ähnliche Ansichten ausgesprochen wurden. Nach Beale's eigenthümlicher Terminologie ist das Bindegewebe anfänglich aus Elementartheilen (Zellen) zusammengesetzt, die aus Keimstoffe, germinal matter (Protoplasma), bestehen, später bildet sich ein Theil der Keimsubstanz in geformte Substanz, formed material (beim Bindegewebe die

1) Canstatt's Jahresbericht 1851. I. Bd. p. 22 u. s. f. 1852 I. Bd. p. 20. 1853 I. Bd. p. 8. Ferner Henle's Jahresbericht für 1858 p. 53, für 1859 p. 28.

2) Reichert und Du Bois Archiv 1861. p. 1.

3) Sitzungsberichte der Wiener Akademie Bd. 44. 1861. p. 381.

4) l. c. p. 13.

5) Die Struktur der einfachen Gewebe des menschlichen Körpers, deutsch von V. Carus. Leipzig 1862 p. 36 u. d. f. und p. 96 u. d. f.

fibrilläre Substanz) um, die also früher im Zustand der Keimsubstanz vorhanden war und auf deren Kosten entstand. Ein ähnliches genetisches Verhältniss nahm Beale, der seine Anschauungen ziemlich allgemein aussprach, auch für die Grundsubstanz des Knochen- und Knorpelgewebes und deren Zellen an.

Für das Knochengewebe suchte aber besonders Waldeyer[1] durch seine schönen Untersuchungen über den Ossificationsprocess jene Anschauungen zu bewähren. Es ist ersichtlich, dass mit dem Nachweis des angedeuteten Entwickelungsmodus für das Knochen-, Knorpel- und Bindegewebe erst wieder eine, wenn auch andere genetische Uebereinstimmung als nach Virchow's Theorie gewonnen wäre.

Wie weit aber die hier einschlagenden Fragen bisher zum Abschlusse gebracht worden sind, soll sich aus der speciellen Darstellung ergeben.

Während man über die Histogenese der Bindesubstanzen zu den angeführten Anschauungen gelangte, wurden noch auf anderem Wege, durch die Untersuchung des lebenden Bindegewebes, neue Ausgangspunkte für wichtige allgemeine Fragen über die Lebensvorgänge im Bindegewebe gewonnen. Von Recklinghausen[2] wies nach, dass im lebenden Bindegewebe Zellen vorkommen, welche mit den weissen Blutkörperchen (Lymph- oder Eiterkörperchen) übereinstimmen und in Folge der amöboiden Bewegungen, deren sie fähig sind, ihren Ort im Gewebe fortwährend ändern. Von Recklinghausen stellte ferner fest, dass bei der Eiterung entgegen der von Virchow aufgestellten Lehre von der Bildung des Eiters durch Wucherung der Gewebezellen, für das Bindegewebe vielmehr eine Einwanderung der beweglichen Zellen von aussen angenommen werden muss. Man musste diese Thatsachen mit um so grösserem Interesse verfolgen, nachdem Stricker[3] die Durchgängigkeit der Gefässwände zunächst für die rothen Blutkörperchen constatirt hatte. In der That sah sich Cohnheim[4] auf diese Vorarbeiten und die directe Beobachtung gestützt zu dem Ausspruche veranlasst, dass die eitrige Infiltration wirklich nur auf der Auswanderung farbloser Blutzellen durch die Gefässwände in's Gewebe beruht. Die also nachgewiesenen Beziehungen zwischen dem Blut und den Geweben müssen aber, wie wir sehen werden, auch noch bei anderen, die Bindesubstanzen betreffenden Fragen im Auge behalten werden.

Es sollen nun im Nachfolgenden die drei typischen Bindesubstanzen, das Bindegewebe, Knorpel- und Knochengewebe, einzeln dargestellt werden. Hornhautgewebe, Zahnbein u. s. w. sollen wegen ihres beschränkteren und speciellen Vorkommens in bestimmten Organen besonderen Schilderungen vorbehalten bleiben.

1) Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. I. p. 354. 2) Virchow's Archiv Bd. XXVIII. p. 157. 3) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 52. p. 379.

4) Virchow's Archiv. Bd. XL. p. 1. Kosinski (Wiener med. Wochenschrift Nr. 56 u. 57 1868) hat jüngst auf ältere aber unbeachtet gebliebene Beobachtungen von Waller (Philos. Mag. Tom 29) über das Verhalten der weissen Blutkörperchen bei der Entzündung hingewiesen.

Vom Bindegewebe.

Bindegewebe pflegt man eine Reihe verschiedener Gewebeformen zu nennen. Ursprünglich wurde in den dreissiger Jahren unseres Jahrhunderts von Johannes Müller [1] die tela cellulosa [2] der älteren Anatomen mit jenem Namen belegt. Da man sich aber zu jener Zeit schon überzeugt hatte (Jordan [3]), dass dieses Gewebe wesentlich aus sehr feinen Fasern zusammengesetzt ist, wie sich eben solche auch als der hauptsächlichste Bestandtheil der Sehnen, Fasern, Häute und anderer geformter Theile des Organismus nachweisen lassen, so wurden alle diese Gebilde mitsammt der tela cellulosa als aus Bindegewebe bestehende Theile des Organismus zusammen gefasst. Man beschränkte sich aber vorerst mit der Bezeichnung eben auf ein Fasergewebe von ganz bestimmten histologischen und chemischen Charakteren.

Diese Beschränkung ist aber alsbald immer mehr dem thatsächlichen Gebrauche gewichen. So wie man aus Gründen der Uebereinstimmung und des Zusammenhanges in functioneller Beziehung eine Reihe mikroskopisch zu unterscheidender Gebilde unter gemeinsame Bezeichnung als Muskeln, Nerven u. s. w. zusammenfasste, so führten auch ähnliche Gründe zu einer allgemeineren Anwendung der Bezeichnung Bindegewebe und zur Unterscheidung mehrerer Formen dieses Gewebes.

Als mikroskopische Formbestandtheile können wir im Bindegewebe in dieser weiteren Bedeutung unterscheiden: Zellen, aus solchen gebildete Netze und Balken, eigenthümliche feine unverzweigte, meist zu Bündeln vereinigte Fasern (Bindegewebsfibrillen) und endlich Fasern, welche sich von den eben genannten durch ihre Resistenz gegen Essigsäure und Alkalien auszeichnen, die sich häufig verzweigen, Netze bilden und zu Platten verschmelzen (elastische Fasern).

Von den Zellen des Bindegewebes im Allgemeinen. In allem Bindegewebe, mag dasselbe einem ausgewachsenen oder in der Entwickelung begriffenen Organismus entnommen sein, findet man Zellen, deren Anzahl in verschiedenen Objecten in sehr weiten Grenzen schwankt. Man beobachtet an den im Bindegewebe vorkommenden Zellen so verschiedene Zustände der Thätigkeit, Entwicklung, Metamorphose und Rückbildung, und weiss über die stoffliche Zusammensetzung und Aenderung, über die physiologischen Eigenschaften derselben und ihren genetischen Zusammenhang noch so wenig, dass es nicht möglich ist, eine allgemeine Charakteristik der Bindegewebszellen oder einzelnen Arten derselben zu geben.

Dagegen lässt sich über den Nachweis der im Bindegewebe vorkommenden Zellen Einiges anführen und so eine Uebersicht über dieselben gewinnen.

1) Handbuch der Physiologie. Bd. I. Coblenz 1835. p. 410.

2) Die Lehren von G. Fr. Treviranus (1816), H. Milne-Edwards (1823) siehe bei E. H. Weber, dessen Ausgabe von Hildebrandt's Handbuch der Anatomie. Braunschweig 1830.

3) Müller's Archiv 1834. p. 410.

Vor allem ist in dieser Beziehung die von v. Recklinghausen[1] und Kühne[2] begonnene Untersuchung des lebenden Gewebes anzuführen.

Im lebenden Gewebe lassen sich die Zellen des Bindegewebes dort beobachten, wo es gelingt, dünne für stärkere Vergrösserungen noch hinreichend durchsichtige Stückchen dieses Gewebes rasch und ohne viele Präparation zu gewinnen. Dieselben werden dann mit einer unschädlichen Zusatzflüssigkeit, Serum, humor aqueus, Jodserum und unter Anwendung einer feuchten Kammer der mikroskopischen Beobachtung zugeführt. An solchen Objecten wurde das Vorkommen von wandernden Zellen im Bindegewebe von v. Recklinghausen[3] zuerst beobachtet. Nachdem derselbe nachgewiesen hatte, dass die Zellen des Eiters amöboide Eigenschaften besitzen, wie sie bis dahin an den weissen Blut- und Lymphkörperchen bekannt waren, zeigte er auch, dass den noch im Gewebe z. B. der entzündeten Hornhaut oder dem Mesenterium des Kaninchens liegenden Eiterzellen dieselbe Beweglichkeit zukommt. Es ergab sich aber bei seinen Untersuchungen auch, dass solche junge, mit den weissen Blutkörperchen übereinstimmende Zellen in geringer Anzahl auch normal in der Hornhaut des Auges, im Schwanz der Batrachierlarven, im Netz und an anderen Orten zur Beobachtung kommen.

Stösst man auf solche Zellen im Bindegewebe, so zeichnen sie sich durch ihren verhältnissmässig rasch vor sich gehenden Formenwechsel aus, die zugleich oft beträchtliche Ortsveränderungen der Zellen im Gewebe herbeiführen, woher der von v. Recklinghausen eingeführte Name der wandernden Zellen.

In Bezug auf diese Zellen sei zunächst auf die allgemeine Zellenlehre und die Lehre vom Blut verwiesen. Hier sei nur angeführt, dass sich dieselben von anderen im Thierkörper vorkommenden auch beweglichen Zellen gut unterscheiden lassen. Unter den Zellen, welche im Bindegewebe des entwickelten und ausgewachsenen Organismus vorkommen, sind die eben genannten mit den weissen Blutkörperchen übereinstimmenden Zellen am besten charakterisirt, sie allein verdienen im eigentlichen Sinne amöboide Zellen genannt zu werden. Es sind diese Zellen, wenn es erlaubt ist sich so auszudrücken, die lebendigsten, am meisten labilen Formen, welche man im gegebenen Falle im Bindegewebe beobachten kann. Durch die Untersuchungen, welche Stricker[4] über die Durchgängigkeit der Gefässwände für geformte Bestandtheile des Blutes, Cohnheim[5], Hering[6] über den Austritt der weissen Blutkörperchen durch die Gefässwand in die Gewebe gemacht haben, ist die Herkunft der wandernden Zellen des Bindegewebes aus dem Blute für einzelne Fälle sicher bewiesen und überhaupt in hohem Grade wahrscheinlich gemacht.

Im Schwanze lebender Batrachierlarven lassen sich die wandernden Zellen

---

1) l. c. 2) Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität. Leipzig 1864. p. 109. 3) l. c. 4) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 52. p. 379. 5) l. c. 6) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 56. p. 691.

am bequemsten beobachten (von Recklinghausen[1], F. E. Schulze[2]) und von den übrigen in der Gewebsanlage enthaltenen Zellen unterscheiden. An diesem Object hat Golubew mir das Auswandern jener Elemente aus den Gefässen wiederholt gezeigt.

Für das Blut der Frösche lässt sich zeigen, dass die amöboiden Zellen des Blutes zur Regeneration der rothen Blutkörperchen dienen, in welche sie sich durch einen gut zu verfolgenden Process der Metamorphose umwandeln (Golubew)[3]. Wir müssen uns darum fragen, ob sich auch für die amöboiden Zellen des Bindegewebes eine weitere Metamorphose nachweisen lässt, denn damit hängt die weitere wichtige Frage zusammen, ob alles oder wie viel bei Entwicklung und Wachsthum des Bindegewebes auf Rechnung einer Proliferation der in der ursprünglichen Anlage enthaltenen Gewebezellen zu setzen ist; oder aber ob dabei auch, wie das für pathologische Bildungsprocesse bereits nachgewiesen ist, amöboide Zellen betheiligt sind, die an localisirten Keimstätten im Organismus entstanden und erst dann in das Gewebe eingewandert sind.

Vorläufig lässt sich, bis weitere sichere Befunde vorliegen werden, die letztere Möglichkeit nur andeuten. Ein wesentliches Hülfsmittel für solche Untersuchungen werden, wenigstens bei Fröschen und anderen Kaltblütern, die von v. Recklinghausen, Cohnheim, Iwanoff und Anderen bei ihren Studien benutzten Einspritzungen körniger Pigmente abgeben, die von den amöboiden Zellen aufgenommen und festgehalten, geeignet sind, spätere Entwicklungsphasen jener Zellen zu kennzeichnen.

Wir wenden uns nun zu jenen Zellen des Bindegewebes, welche von den beschriebenen amöboiden Zellen zu unterscheiden sind, und werden zunächst wieder ein bestimmtes, dem lebenden Gewebe entnommenes Object ins Auge fassen und zwar jenes, welches durch Kühne's[4] Untersuchungen so bekannt geworden ist. Es ist dieses das Bindegewebe, welches in Form glasheller Membranen zwischen den Muskeln des Ober- und Unterschenkels von Fröschen vorhanden ist. Mit Kühne kann man an den in diesem Objecte sichtbaren und von den wandernden verschiedenen Zellen mehrere Formen unterscheiden.

Sie erscheinen sämmtlich aus einer körnigen Masse gebildet, während aber die einen an ihren Grenzen wie ein feinkörniges Wölkchen von dem durchsichtigen und nur von spärlichen Fasern durchzogenen Grunde sich absetzen, erscheinen die anderen aus einer mit grösseren stark lichtbrechenden Körnchen durchsetzten Substanz gebildet. Die grobkörnigen Zellen besitzen meistens eine langgestreckte Gestalt. Der Kern, an dessen Stelle die Zelle am breitesten ist, erscheint elliptisch und ist hell und von einem doppelten Contour begrenzt, oder erscheint im verdickten Theil der Zelle nur undeutlich begrenzt und gleichförmig von der körnigen Masse bedeckt. Man bemerkt, dass solche grobkörnige Zellen oft zu zweien oder auch mehreren mit ihren Spitzen unmittelbar an einander

1) l. c. 2) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. II p. 378.
3) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Sitzung vom 16. April 1868.
4) Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität. Leipzig 1864. p. 109.

stossen. Ausser den spindelförmigen grobkörnigen Zellen kommen manchmal auch mehr gedrungen und rundlich erscheinende solche Zellen zur Beobachtung.

Die feinkörnigen Zellen sind entweder mit einem deutlichen, ovalen, hellen Kern versehen, oder aber es erscheint nur ihre Masse an einer Stelle kernähnlich zusammengeballt. Die feinkörnigen Zellen senden eine wechselnde Anzahl an Länge und Dicke verschiedener Fortsätze, mittelst welcher sie oft unter einander zusammenhängen, nach verschiedenen Richtungen hin aus. An diesen feinkörnigen Zellen sind bei anhaltender Betrachtung langsame Formenwechsel zu verfolgen. Dieselben sind um vieles träger als die der wandernden Zellen und führen zu keiner merklichen Ortsveränderung. Gerade in dem Objecte, welches dieser Beschreibung zu Grunde liegt, kommen häufig auch wandernde Zellen zur Beobachtung, und man kann dann durch directe Vergleichung die Verschiedenheiten im Bewegungsmodus und den übrigen Eigenschaften beider Zellformen leicht erkennen. Die wandernden Zellen sind im Allgemeinen kleiner. Essigsäure macht in denselben die bekannten ein- oder mehrfachen kleinen runden Kerne deutlich, während die nach Essigsäurewirkung auch in allen übrigen Zellen deutlich erscheinenden Kerne grösser und mehr eiförmig erscheinen.

Kühne hat sich schon bemüht, die von ihm beschriebenen Zellformen electrisch zu reizen, ohne einen Erfolg zu erzielen. Wendet man einen grösseren Inductionsapparat (durch ein grösseres Chromsäure-Kohlenelement in Thätigkeit gebracht, primäre Spirale von 160 W. mit eingelegtem Eisenkern und secundäre Spirale von 6245 W. ganz aufgeschoben) an und versucht mit einzelnen Schlägen, zwischen welchen man immer einige Minuten wartet, zu wirken, dann sieht man, dass die Zellen mit feinkörnigem Protoplasma sich ganz allmählich unter Einziehung ihrer feineren Fortsätze in runde, stärker granulirte Klümpchen sammeln, oder aber es verschmälern sich ihre längeren Fortsätze, ohne vollständig zu verschwinden und werden etwas knotig, während der den Kern enthaltende Körper der Zelle sich abrundet. Eine Rückkehr aus diesem veränderten Zustande zum früheren Aussehen konnte nicht beobachtet werden.

Die eben erwähnten Erscheinungen begründen einen weiteren Unterschied von den wandernden Zellen. Die letzteren zeigen, wie die weissen Blutkörperchen nach solchen Schlägen einen veränderten Bewegungsmodus, oder ein plötzliches Einziehen aller Fortsätze und Rundwerden, worauf sie bald wieder ihre früheren Bewegungen beginnen (Golubew [1]). Bei Tritonen und Salamandern lassen sich in demselben Objecte wie beim Frosche ähnliche Verhältnisse beobachten.

Auch bei warmblütigen Thieren kann man von der Oberfläche der Muskeln dünne Plättchen eines lockeren Bindegewebes gewinnen, welches zwar eine grössere Menge von Fasern enthält, als beim Frosch, aber für die Beobach-

---

1) l. c. siehe das Capitel Zellenlehre.

tung der dort vorkommenden Zellen noch sehr geeignet ist. Man lege z. B. den Masseter eines eben getödteten Kaninchens oder Meerschweinchens bloss und hebe nach Spaltung der Fascia das dünne, auf den Muskelfasern liegende Bindegewebe auf und trage ein Stückchen mit der Scheere ab. Man wird hier grobkörnige, wurst- oder walzenförmige Protoplasmamassen mit einem mehr oder weniger deutlichem elliptischen Kern beobachten. Meist enthalten diese Zellen einzelne Körnchen, die um vieles grösser sind, als alle anderen und bei einer bestimmten Einstellung wie dunkle Pigmentmoleküle, bei etwas geänderter Einstellung dagegen mit einem hellen glänzenden Centraltheile erscheinen.

Ausser diesen grobkörnigen Zellen erscheinen noch andere, die um vieles zarter und blasser sind, sehr feinkörnig aussehen und häufig schmale, meist radienartig verlaufende stärker lichtbrechende Adern von grünlichem Glanze zeigen. An ihrem oft sehr deutlichen, grossen, bläschenförmigen Kerne sind diese leicht zu übersehenden zarten und verhältnissmässig grossen Gebilde am ehesten zu erkennen.

Zellen wie die beschriebenen sind in dem lockeren Bindegewebe anderer Muskeln, des subcutanen Gewebes u. s. w. wieder zu finden. Uebergeht man von der Untersuchung so zarten und lockeren Bindegewebes zur Untersuchung derberer Bindegewebsmassen, so lässt sich auch hier eine Auswahl von Objecten für die Untersuchung im physiologisch frischen Zustande gewinnen. Zu empfehlen sind in dieser Beziehung dünne Fascien vom Frosch und von Warmblütern. Auch die dünnen Beugesehnen der Finger und Zehen von Fröschen oder Tritonen und Salamandern, die man aus den doppelt abgekappten Fingern oder Zehen an einem Ende hervorzieht, eignen sich sehr gut zur Untersuchung. Dort sieht man in die parallelen Faserzüge der einzelnen Bündel wie eingekeilt schmale spindelförmige körnige Massen mit länglichen schmalen Kernen versehen. Im Vergleich mit den Zellen des lockeren Bindegewebes erscheint die körnige Substanz dieser Zellen sehr reducirt. An den eben angeführten Sehnen kommen überdies noch mehr rundliche, reihenweise über einander gestellte und etwas gegen einander abgeplattete Zellen mit runden deutlichen Kernen zur Beobachtung. Sie liegen nicht an der Oberfläche, sondern in langgestreckten, spindelförmigen Interstitien der Fasersubstanz. Diese Zellenketten haben ihre grössten Glieder im Bauch der spindelförmigen Lücke. Am Rande der erwähnten Sehnen hängt ferner meistens ein dünner, von Fasern vielfach durchzogener Theil des umhüllenden Bindegewebes, in welchem man wieder sehr gut die oben beschriebenen Zellen des lockeren Bindegewebes beobachten kann, ausserdem kommen in demselben aber auch sternförmige Zellen zur Beobachtung, welche scharf geränderte Balken aussenden, die ein mehr glattes Aussehen besitzen, sich verzweigen, und weithin zwischen die Fasern des umhüllenden Bindegewebes zu verfolgen sind.

Das Verhalten der im Bindegewebe nachweisbaren Zellen zu chemischen Agentien bedarf noch einer ausgedehnteren Untersuchung.

Am besten studirt sind in dieser Beziehung die wandernden Zellen, weil sie als weisse Blutkörperchen schon so lange bekannt sind. Für die übrigen Zellen sind die Beobachtungen anzuführen, welche KÜHNE an seinem Objecte machte. Wasser verändert namentlich die feinkörnigen sehr stark, indem die körnige Masse sich um den Kern zusammenzieht und nur mit einzelnen unter einander verbundenen Ausläufern an der Umgebung haften bleibt. Die Maschen des so gebildeten Netzes sind hell, in ihnen ist eine Molecularbewegung einzelner Körnchen zu beobachten. Der Kern quillt anfangs und erhält in seinem Innern Vacuolen, nach mannigfachen Formveränderungen schrumpft er schliesslich zu einem gerunzelten Körperchen. Das durch Essigsäure hervorgerufene ähnliche Netz ist dunkler, der Kern darnach mit dunklen Körnchen erfüllt.

In verdünnter Kali- und Natronlauge sieht man die Kerne in allen Zellen jenes Objectes deutlich begrenzt. Sie erscheinen glatt und aufgebläht. Die Zellen besäumen sich, indem sich der körnige Theil verkleinert mit kleineren oder grösseren hellen Tropfen, durch Zusammenfliessen jener Tropfen entstehen helle Höfe um die Zellen, wie sie KÜHNE auch nach verdünnter Essigsäure auftreten sah.

Wie früher erwähnt wurde, sind für die Untersuchung des frischen Gewebes nur einzelne Objecte geeignet. Für dickere, weiche und leicht veränderliche, oder für dichtere und undurchsichtige Bindegewebsmassen, aus welchen erst durch Schneiden oder Zerzupfen Präparate hergestellt werden können, müssen zur Darstellung der Zellen Aufhellungs- und Härtemittel angewendet werden. Dabei können die früher erwähnten Objecte, die man physiologisch frisch untersuchen kann, als Prüfungsobjecte der anzuwendenden Präparationsmedien benutzt werden.

Am besten verwendet man Chromsäurepräparate, vor allem MÜLLER'sche Flüssigkeit[1] ($2^1/_2$ Th. chromsaures Kali, 1 Th. schwefels. Natron, 100 Th. destill. Wasser). Bringt man die letztere mit den Prüfungsobjecten, welche zuvor im frischen Zustande untersucht wurden, auf dem Objectträger in Berührung, indem man damit die früher angewendete indifferente Zusatzflüssigkeit verdrängt, und legt die Präparate dann in einen feuchten Raum, so können sie beliebig lange mit dem Reagens in Berührung bleiben und man kann von Zeit zu Zeit beobachten, welche Veränderungen das Härtemittel hervorbringt. Man wird sich überzeugen, dass die MÜLLER'sche Flüssigkeit die Zellen nahezu in dem Zustande äusseren Ansehens conservirt, den sie beim Zusatz des Härtemittels besassen. Die eintretende Schrumpfung ist sehr gering, die Begrenzungsränder werden glätter und schärfer, grössere Fortsätze der Zellen bleiben aber vollkommen erhalten. Die Granulation der Zellsubstanz ist etwas deutlicher ausgeprägt. Einen für eine Membran sprechenden doppelten Grenzcontour zeigen die Zellen jetzt so wenig, wie im frischen Zustande. Der Kern

---

1 Siehe auch LANGHANS. Würzburger naturwissenschaftl. Zeitschrift. Bd. V. p. 86.

ist aber in allen Zellen deutlich geworden und erscheint bläschenförmig mit einer krümeligen Masse in seiner Mitte, oder er entbehrt eines doppelten Contours und erscheint in seiner ganzen Masse grobkörnig. Carminimbibition macht die Bilder noch prägnanter. Aus jedem vorher gehärteten Bindegewebe lassen sich die Zellen durch Zerzupfen isoliren und man begegnet dann mannichfachen Formen. Am meisten vertreten ist die Spindelform. Man erhält sie sehr schön aus den Sehnen bei Kindern und jüngeren Thieren, und zwar zahlreicher und leichter isolirbar (Langhans[1], Grüssendorf[2]), als bei Erwachsenen; ferner aus den Bindegewebsscheiden der Nerven beim Menschen und den Säugethieren. Ebenso sehr leicht aus dem Neurilem der Nervenstämme bei Fröschen, schöner bei Salamandern und Tritonen, am schönsten beim Proteus, wo sie besonders gross und sehr leicht isolirbar sind. Die isolirten Spindelzellen besitzen oft sehr lange Kerne, um welche nur eine dünne Lage von Zellsubstanz sich befindet. Auffallend lange Spindelzellen lassen sich aus der Sehne des M. sternoradialis (pré-sterno-clavi-radial Dugès) isoliren. Sie sind dort so lang, wie in keiner andern Sehne des Frosches und erinnern mit ihren ebenfalls sehr langen Kernen an sehlichte Muskelfasern. Der Kern dieser Zellen ist im Mittel 0,0192 Mm. lang und 0,0032 Mm. breit. Die Länge der Zelle ist schwer zu bestimmen, da sich dieselbe beiderseits in sehr fein auslaufende Fortsätze zuspitzt. Ich fand vollständig von der umgebenden Fasermasse isolirte Zellen bis zu 0,0960 Mm. lang. In menschlichen Sehnen waren also isolirte Spindelzellen 0,0320 Mm. lang. Die Länge des Kernes betrug 0,0160 Mm., seine Breite 0,0048 Mm.

Bei jüngeren Thieren und Embryonen ist die Zellsubstanz der Spindelzellen breiter entwickelt. Dann läuft die Zelle oft in verzweigte Fortsätze aus. An die Spindelzellen mit mehreren Fortsätzen schliessen sich die sternförmigen Zellen an, welche Ausläufer nach verschiedenen Richtungen hin abgeben. Sie haben in den Faserbündeln des Bindegewebes des Erwachsenen nicht die grosse Verbreitung, in welcher man sie vor einiger Zeit in demselben zu finden glaubte. Ausgezeichnet entwickelt sind sie in der Hornhaut. Im embryonalen Bindegewebe sind sie zahlreich zu beobachten und setzen sich dort häufig durch ihre Ausläufer mit einander in Verbindung.

Wir werden aber anastomosirende Sternzellen auch im erwachsenen Organismus als mehr selbstständige Bindegewebsformation zwischen dem faserigen Bindegewebe oder an Orten, wo faseriges Bindegewebe vollständig fehlt, antreffen.

Ueberblickt man die Reihe der im Bindegewebe nachweisbaren zelligen Gebilde, so ist ersichtlich, dass man es, von der jungen Zelle angefangen, mit einer Reihe verschieden entwickelter Zellen zu thun hat.

Was die Grösse und Gestalt der Zellen betrifft, auf welche bei früheren Untersuchungen ein so grosser Accent gelegt wurde, so werden Angaben

1) l. c. 2) Zeitschrift für rationelle Medicin. 3 R. Bd. 24. p. 186.

darüber um so weniger Bedeutung beanspruchen können, je höher das Maass der Beweglichkeit ist, welches den Zellen im physiologisch frischen Zustande zukommt.

Es wäre aber entschieden zu weit gegangen, wenn man alle Unterscheidungen in dieser Beziehung aufgeben wollte, denn alle bisherigen Erfahrungen sprechen dafür, dass man zwischen in lebendiger Bewegung vorgestreckten und wieder einziehbaren Protoplasmafortsätzen und zwischen fix angelegten Auswüchsen der Zellen unterscheiden muss.

Der genetische Zusammenhang der verschiedenen im Bindegewebe nachweisbaren Zellen, die physiologischen Eigenschaften derselben, die chemischen und physikalischen Aenderungen, welche sie vom ersten Entstehen bis zu einer bestimmten Altersperiode erleiden u. s. w. sind Fragen, die weitere Arbeiten erfordern.

Einer besonderen Erwähnung verdienen endlich die pigmentirten Zellen des Bindegewebes. Sie kommen beim Menschen und den höheren Wirbelthieren nur an beschränkten Orten vor, eine viel grössere Verbreitung haben sie bei Amphibien und Fischen, namentlich in der äussern Haut, in den serösen Häuten und in der Adventitia der Gefässe.

Das Pigment findet sich in denselben in Form von Körnchen abgelagert. Die letzteren sind an Form und Farbe verschieden.

Die pigmentirten Bindegewebszellen zeichnen sich meistens durch ihre schöne Sternform und ihre zahlreichen Ausläufer aus.

Beim Menschen, wo solche Pigmentzellen im normalen Zustande nur im Auge vorkommen, sind die Pigmentkörnchen von schwarzer oder brauner Farbe. Die Substanz, welche sie bildet, wird Melanin genannt, ist aber in Bezug auf ihre chemische Beschaffenheit noch wenig gekannt. Die Körnchen erscheinen nicht völlig rund, sondern vielmehr schwach cylindrisch, oft langgestreckt, mit abgerundeten Enden. Sie füllen die sternförmigen Pigmentzellen des Auges mehr oder weniger vollständig aus. Meist bleiben die Enden der Zellausläufer allein farblos. Der Kern dieser Zellen ist in einzelnen Fällen in der Mitte der Zelle hell und deutlich begrenzt zu sehen, er enthält kein Pigment, und in dem angeführten Falle ist das auch mit der über die breiten Seiten des Kernes gebrückten Zellsubstanz der Fall, während der im Umkreis des Kernes gelegene Zellkörper und seine Ausläufer dicht mit den Pigmentmolecülen erfüllt sind, so dass die Stelle des Kernes wie eine helle Lücke erscheint. In den sternförmigen Zellen der Iris und der Choroidea des Menschen treten die Pigmentkörnchen reichlicher erst einige Zeit nach der Geburt auf (Brücke [1]). Auch in der innersten Lage der Sclerotica kommen noch pigmentirte Zellen vor. Bei vielen Thieren ist die ganze Sclerotica mit inselförmig dichter liegenden pigmentirten Zellen durchsetzt. An den sternförmigen Pigmentzellen (Chromatophoren) bei Amphibien [2] und Fischen [3] kennt man Bewe-

1) Anatomische Beschreibung des menschlichen Augapfels. Berlin 1846. p. 20.
2) Brücke, Denkschriften der Wiener Akademie. Bd. IV. p. 23.
3) Buchholtz, Reichert und du Bois Archiv 1863. p. 71.

gungserscheinungen. Die Pigmentkörnchen erscheinen bald in einen runden Klumpen gesammelt, bald in den oft lang ausgestreckten Zellausläufern ausgebreitet. Die Bewegungen erfolgen sehr träge, wenigstens bei ausgebildeten Exemplaren von Ranaarten. Bei Embryonen dieser Batrachier erfolgen sie etwas rascher (Busch [1]).

Die spontan oder durch den Einfluss veränderter Lichtintensitäten veranlassten Formveränderungen der Pigmentzellen in der Haut jener Thiere stehen im Zusammenhange mit der Erscheinung des Farbenwechsels, welche man an ihnen wahrnimmt (Brücke [2], v. Wittich [3]).

Ueber die electrische Reizung der Pigmentzellen von Hyla arborea, welche dagegen am empfindlichsten zu sein scheinen, handelt v. Wittich (l. c.).

Bei ausgewachsenen Exemplaren von Rana esculenta und temporaria, ferner bei Tritonen, war es mir nicht möglich, trotz wiederholter Versuche einen Einfluss von Inductionsschlägen auf die Pigmentzellen wahrzunehmen.

Sternförmige Pigmentzellen von ausgezeichneter Beweglichkeit kommen bei den Cephalopoden vor (R. Wagner).

Die Formen des Bindegewebes. In seinen ersten Anlagen und Entwickelungszuständen besteht das Bindegewebe aus meist dicht gedrängt liegenden Zellen.

Es bietet dann ein parenchymartiges Ansehen dar, wie dasselbe auch in dem embryonalen Gewebe vergleichbaren Bindegewebe gewisser Neubildungen (kleinzelliges Sarkom Virchow) [4] angetroffen wird.

Sieht man von diesem Zustande des Bindegewebes, auf welchen bei der Entwicklung des Bindegewebes zurückgekommen werden soll, ab, so kann man das Bindegewebe der entwickelten Organismen in zwei Abtheilungen bringen.

Die eine umfasst jene Formen, welche von aus Zellen ausgewachsenen Netzen und Balken gebildet werden; die andere umfasst das fibrilläre Bindegewebe, welches durch das Auftreten einer eigenthümlichen immer unverzweigten, aus leimgebender Substanz gebildeten Faser (Bindegewebsfibrille) charakterisirt ist.

Bindegewebs-Netze und -Balken. Diese Formen geben beim Kochen keinen Leim. Sie treten entweder in grösseren zusammenhängenden Massen und mehr selbstständig auf, oder sie nehmen in ihre bald feineren, bald gröberen Maschenräume selbst wieder andere Gewebe auf, denen sie dann als Stütze und Umhüllung dienen.

a) Im ersteren Falle ist das Bindegewebe oft durch seinen Wasserreichthum und durch seine leichte Zusammendrückbarkeit ausgezeichnet, dann ist es in grösseren Massen durchsichtig oder doch sehr durchscheinend und fällt beim Anschneiden durch Austritt von Flüssigkeit leicht zusammen (Gallertgewebe Virchow). In der ausgetretenen Flüssigkeit kann häufig in nicht unbe-

1) Müller's Archiv 1856. p. 425. 2) l. c. 3) Müller's Archiv 1854. p. 41.
4) Die krankhaften Geschwülste. Bd. II. p. 224. Fig. 140.

trächtlicher Menge ein durch Essigsäure fällbarer und im Ueberschuss der Säure unlöslicher, flockig und fädig erscheinender Niederschlag von Mucin erhalten werden (Schleimgewebe Virchow)[1]. Die geformten Bestandtheile des Gewebes bestehen aus zarten weichen mit Kernen versehenen zelligen Gebilden, von welchen glatte Balken nach verschiedenen Richtungen hin ausgehen, die sich verzweigen und anastomosiren. Oder es tritt an Stelle des Zellennetzes ein zierliches Netz glatter kernloser und an ihren Verbindungsstellen verbreiterter Balken. In der formlosen Substanz zwischen den ausgewachsenen Zellen finden sich bald in grösserer, bald in geringerer Anzahl amöboide Zellen vor.

Das Gewebe der Wharton'schen Sulze des Nabelstranges in früheren Embryonalperioden ist hierher zu rechnen. In späterer Zeit treten aber in demselben, und zwar bei Erhaltung nicht unbeträchtlicher Mengen des ursprünglichen Gewebes, zugleich Bündeln von Fasern auf, welche mit jenen übereinstimmen, die, wie wir später sehen werden, das fibrilläre Bindegewebe zusammensetzen (Henle[2], Weismann[3], Beale[4], Köster[5]).

Zum Schleim oder Gallertgewebe rechnet man gewöhnlich auch die Substanz, welche den sinus rhomboidalis des Rückenmarks bei den Vögeln ausfüllt; auch bei Fischen ist es häufig, namentlich in den electrischen und pseudoelectrischen Organen, in der Nähe der Schleimkanäle, bei Accipenser und Plagiostomen, an verschiedenen Stellen des Körpers (beim Karpfen, der Schleie, bei Weissfischen, der Aalrutte) unter der Lederhaut (Leydig[6]). Ebenso ist der Glaskörper des Auges hier anzuführen.

Auch bei Wirbellosen (Heteropoden, Medusen u. a.) wurde das Gallertgewebe nachgewiesen (Gegenbaur[7], Max Schultze[8], Leydig[9], Kölliker[10]).

So lange man sich bei der Zutheilung eines bestimmten Objectes zu dieser Art von Bindegewebe nur durch das äussere Ansehen und nicht auch durch chemische und physiologische Gründe leiten lassen kann, wird man sich natürlich niemals gegen den Einwurf rechtfertigen können, dass man auf Grund verhältnissmässig grober Analogien eine Generalisirung vorgenommen habe, welche einer auf genauere chemische und physiologische Studien jener Gewebe gegründeten Kritik nicht Stand halten könnte. Hervorgehoben muss aber werden, dass sehr viele bindegewebige Theile des Organismus in einem bestimmten Stadium ihrer Entwicklung das Ansehen des Gallertgewebes besitzen und dass in pathologischen vom Bindegewebe ausgehenden Neubildungen häufig dasselbe anzutreffen ist.

1) Würzburger Verhandlungen. Bd. II. p. 160. Cellularpathologie.
2) Jahresbericht für 1858. p. 61 u. d. f.
3) Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. XI. 3. R. p. 140.
4) Structur der einfachen Gewebe. p. 126.
5) Ueber die feinere Structur d. menschl. Nabelschnur. Inaug.-Diss. Würzburg 1868. p. 16 u. 17.
6) Müller's Archiv 1854. p. 316.
7) Monographie der Pteropoden und Heteropoden. Leipzig 1855.
8) Müller's Archiv 1856. p. 314.
9) Vergleichende Histologie.
10) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. IV. p. 363 und Würzburger naturw. Zeitschrift Bd. V. p. 232. 1864.

b. Ein stützendes und umhüllendes Bindegewebsnetz sehr feiner Art und darum vor anderen ähnlichen Bildungen ausgezeichnet liegt vor in dem Bindegewebe der Retina des Auges und im Innern der Nervencentralapparate (Neuroglia Virchow) nach der Auffassung, welche zuerst Max Schultze [1], dem sich Kölliker [2], Virchow [3], Deiters [4] u. A. anschlossen, darüber ausgesprochen hat. Wir verweisen in Bezug darauf auf die Beschreibung der betreffenden Organe selbst. Hirzel und Frey [5] wollen in der Winterschlafdrüse gewisser Säugethiere dasselbe Gewebe getroffen habe.

c. Stützende und umhüllende Reticula von ausgezeichneter Form kommen in den Lymphdrüsen und den damit verwandten Organen, an den Blutgefässcapillaren und um Bündel fibrillären Bindegewebes vor.

In den Lymphdrüsen und den analogen Gebilden, als den Peyerschen Drüsen und solitären Drüsen des Darmkanales, der Darmmucosa selbst, den Tonsillen, den Balgdrüsen an der Zungenwurzel, den Trachomdrüsen der Conjunctiva, dem Gewebe der Conjunctiva selbst, in der pars nasalis des menschlichen Schlundkopfes wurden die Reticula genauer beschrieben von Billroth [6], Eckhard [7], Heidenhain [8], His [9], Frey [10], Henle [11], Stieda [12], Luschka [13]. Die Maschen des Netzes sind daselbst ausgefüllt mit lymphoiden Zellen in verschiedenen Entwicklungsstadien. Das Netz und die lymphoiden Elemente zusammen hat man wohl auch mit dem Namen des adenoiden Gewebes (His) oder der cytogenen Bindesubstanz (Kölliker) belegt. Die Balken des Reticulum durchsetzen aber auch frei grössere Hohlräume in jenen Drüsen.

Das Reticulum ist im frischen Zustande weich und zerreisslich. Im Zusammenhange lässt es sich nur darstellen durch Bepinselung (His) feiner Durchschnitte der gehärteten Organe, die auf diese Weise von den anhaftenden lymphoiden Zellen befreit werden. Es bleibt dann ein zierliches Netz zurück, welches aus kernhaltigen Zellen sich zusammensetzt und rundliche

1) De retinae structura penitiori. Bonn 1859. Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. II. p. 261.

2) Gewebelehre. Leipzig 1867. p. 266.

3) Die krankhaften Geschwülste. Bd. II. p. 128.

4) Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark, herausgegeben von Max Schultze. Braunschweig 1865. p. 27.

5) Frey Histologie und Histochemie. Leipzig 1867. p. 233 u. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 12. p. 165.

6) Müller's Archiv 1857. p. 88 u. Beiträge zur pathologischen Histologie. Berlin 1858. p. 126. Virchow's Archiv. Bd. 20. p. 409 u. Bd. 23. p. 457. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 11. p. 325.

7) De glandularum lymphaticarum structura. Berlin 1858.

8) Reichert und du Bois Archiv. 1859. p. 460.

9) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 10. p. 333 u. Bd. 11. p. 416.

10) Untersuchungen über die Lymphdrüsen des Menschen und der Säugethiere. Leipzig 1861, Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 12. p. 336 u. Bd. 13. p. 1 u. 28.

11) Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Bd. II. p. 702.

12) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. III. p. 360.

13) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. IV. p. 1.

oder polygonale Maschenräume umfasst. Die Bälkchen dieses Netzes entwickeln sich aus einer etwas breiteren den Kern umgebenden Substanz, die eben als der Körper einer die Bälkchen aussendenden Sternzelle angesehen werden kann. Die auf eine solche Zelle als Knotenpunkt zu beziehenden Bälkchen setzen sich entweder einfach mit eben solchen Ausläufern einer benachbarten Zelle in Zusammenhang, oder sie treiben erst eine Reihe von Zweigbälkchen, und diese verbinden sich untereinander.

Das Reticulum nimmt in den lymphoiden Organen nicht nur Zellen in seinen Maschen auf. Es ist auch der Träger von Blutgefässen und bilden sich die Balken des Reticulum an der äusseren Oberfläche der Gefässe selbst wieder zu einer umspinnenden Adventitia aus. An den Kapillaren wurde dieselbe von His als Adventitia capillaris beschrieben. Die Bälkchen der letzteren dürfen nicht verwechselt werden mit den von der Wand des Gefässes selbst sich entwickelnden Gefässsprossen, die gleichfalls, während sie auswachsen, in den vom Gefäss entfernter liegenden Strecken das Aussehen eines soliden Balkens darbieten, der aber allmählich von der Ansatzstelle an das Gefäss, welches ihn ausgetrieben hat, hohl wird.

Nicht immer und in allen Theilen der genannten Organe stellt sich das Reticulum als das beschriebene Zellennetz dar. Es geht vielmehr bei weiterer Entwicklung in ein Netz kernloser Balken (Henle [1], Eckhard [2]) über, die ein mehr starres Ansehen besitzen und oft beträchtlich verbreitert erscheinen. Ein solches Balkengitter kann wegen seiner Resistenz gegen Säuren zu Verwechslungen mit den später zu erwähnenden elastischen Fasernetzen Veranlassung geben, mit welchen es auch den netzförmigen Typus gemein hat. So wie es sich aber eben durch den letzteren von dem fibrillären Bindegewebe unterscheidet, dessen Fasern niemals verzweigt erscheinen und niemals Netze bilden (nur die Faserbündel des letzteren erscheinen manchmal netzförmig angeordnet), so unterscheidet es sich von den elastischen Fasernetzen dadurch, dass es nicht wie die letzteren der Natronlauge widersteht. Es wurde früher gesagt, dass Reticula, wie sie in den Lymphdrüsen vorkommen, auch an anderen Orten sich finden.

Ein weitmaschiges Balkennetz findet man z. B. als Umspinnung von Bündeln des später zu beschreibenden fibrillären Bindegewebes; dasselbe hat durch die Erscheinungen, zu welchen es Veranlassung giebt, wenn die betreffenden Bündel in Essigsäure quellen, zur Annahme einer strukturlosen Scheide jener Bündel geführt. Ich habe die umspinnenden Balken aus der Haut des Ochsen abgebildet und beschrieben [3]). Kölliker [4]) bildet diese umspinnende Formation an den Bündeln der pia mater des Foetus und Neugeborenen noch als kernhaltiges Zellenreticulum ab.

Ein sehr zartes aus kernhaltigen Zellen sich entwickelndes umspinnendes

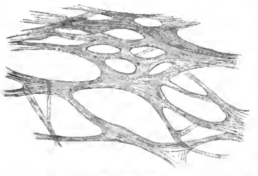
1) Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. 8. p. 201. 3 R. 2) l. c.

3) Wiener Sitzungsberichte. Bd. 30. p. 71. Fig. 12.

4) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. IX. p. 146 u. Gewebelehre. Leipzig 1867. p. 79. Fig. 36.

Reticulum (perivasculäres Netz) hat Iwanoff [1] neuerlich an den Gefässen des Froschglaskörpers beschrieben und dort auch die Verschiedenheit der Netzbalken von den Gefässsprossen hervorgehoben.

d. Ein gröberes, aus verbreiterten und zu einer mehr steifen homogenen Masse erhärteten Balken zusammengesetztes Bindegewebsnetz mit grossen Maschenräumen stellt das Ligamentum pectinatum Iridis des Menschen dar. Die Balken desselben zeigen eine undeutliche nicht sehr regelmässige und unterbrochene Längsstreifung, Fig. 1. Max Schultze hat dasselbe einmal treffend verglichen mit den anastomosirenden Faserbalken der Gallertsubstanz der Medusen [2]. Dass das Ligamentum pectinatum des Menschen aus fibrillärem Bindegewebe bestehe, wie Haase [3] in jüngster Zeit behauptet, ist nicht richtig.


Fig. 1. Balken aus dem Ligamentum pectinatum Iridis vom Menschen.

Dagegen ist das Ligamentum pectinatum bei Thieren (Rind, Schaf, Schwein) verschieden von dem des Menschen aus Bindegewebe mit vielen elastischen Fasern gebildet. Bemerkenswerth für den Menschen ist die allmähliche Veränderung der Balken des Lig. pectinatum beim Uebergang auf die Membrana Descemetii, wie sie sich besonders beim Neugeborenen gut verfolgen lässt. Die Balken verbreitern sich, die Maschen nehmen an Durchmesser ab und stellen über dem Rande der Glashaut nur noch kleine Löcher dar. Bei 5monatlichen menschlichen Embryonen sieht man das Lig. pectinatum noch aus Zellen zusammengesetzt, die zu breiten Fortsätzen auswachsen, welche in Form der späteren Balken aneinanderstossen. In einzelnen dieser Zellen ist auch der später verstreichende Kern schon klein, von glattem Aussehen und nur noch schwach angedeutet, während er in anderen noch körnig und deutlich erscheint. Die letzteren Verhältnisse treten an Carminpräparaten deutlich hervor. Zwischen den beschriebenen Balken des Lig. pectinatum ist eine grössere Anzahl grosser, schöner, sternförmiger Zellen vorhanden.

e. Es ist endlich noch der aus spindel- und sternförmigen Zellen zusammengesetzten bindegewebigen Belegmassen zu erwähnen, wie solche an verschiedenen Orten vorkommen. Als Beispiel dafür ist vor Allem das Bindegewebe im Innern der Niere [4] anzuführen. Das letztere stellt kein eigentliches

1) Centralblatt für die medicinische Wissenschaft. 1868. Nr. 9.
2) Müller's Archiv. 1856. p. 319 u. Fig. 7.
3) Archiv für Ophthalmologie. Bd. XIV. p. 48 u. d. f.
4) A. Beer, die Bindesubstanz der menschlichen Niere etc. Berlin 1859. — Isaak's

Reticulum dar, welches den früher beschriebenen an die Seite gestellt werden könnte.

Man kann zwar auf Schnitten durch das Organ, aus welchen man die Drüsenröhren mittelst des Pinsels entfernt hat, ein bindegewebiges Maschenwerk darstellen; allein man sieht dann auch, dass die Balken des letzteren eine geschichtete Belegmasse der Drüsenröhrchen darstellen, in welcher spindel- und sternförmige Zellen dicht neben einander liegen. Aus einer einfachen Lage netzförmig verbundener Zellen bestehende Bindegewebskörbe zur Aufnahme der acini der Speicheldrüsen sowie der Thränendrüsen hat neuerlich Boll [1] dargestellt und abgebildet.

Einen Beleg von Spindelzellen findet man auch an den peripherischen Nervenzweigen, als Perineurium namentlich schön bei Batrachiern.

Ferner an den Ausführungsgängen der Brustdrüse und an anderen Orten.

Die bisher angeführten Bindegewebsformen unterscheiden sich von dem im entwickelten Organismus am häufigsten vorkommenden fibrillären Bindegewebe. Für das letztere ist die sowohl charakterisirte leimgebende, unverzweigte, glattrandige und in ihrem ganzen Verlaufe gleichmässig dicke Bindegewebsfibrille ein wesentlicher Formbestandtheil. Es soll aber nicht behauptet werden, dass im gegebenen Falle nicht Uebergänge zwischen dem fibrillären Bindegewebe und den früher erwähnten Formen stattfinden; auf diese stösst man im Gegentheile an vielen Orten, was uns aber natürlich nicht hindern kann, in anderen Fällen eine Unterscheidung und Trennung vorzunehmen, wie sie den vorliegenden Thatsachen angemessen ist, da sonst leicht den Thatsachen ein Zwang angethan wird, wie es oft der Fall war bei der beliebten Discussion, ob ein vorliegendes Gebilde mehr zum Bindegewebe, oder mehr zum elastischen Gewebe zu rechnen ist.

Das fibrilläre Bindegewebe. Es ist die am meisten verbreitete Form in der Reihe der Wirbelthiere, ob es bei Wirbellosen vorkommt, ist nicht streng nachgewiesen. Am ähnlichsten dem fibrillären Bindegewebe der Wirbelthiere ist das Bindegewebe, welches Leydig [2] bei den Kephalopoden beschrieb. Auch bei den Echinodermen kommt nach desselben Forschers [3] Beobachtung ein fibrillärem Bindegewebe sehr ähnliches faseriges Bindegewebe vor. Reichert beschrieb, als zum Bindegewebe gehörig, gewisse Gewebe von Arthropoden, Mollusken und Würmern. Der Nachweis, dass diese Gewebe leimgebend sind, ist aber nicht geliefert. Einzelne derselben bestehen vielmehr nachweislich aus Chitin. Aus Krebsscheeren erhielt Schlossberger [4] keinen Leim.

Das fibrilläre Bindegewebe war, wie früher erwähnt, anfänglich der alleinige Träger des Namens. Die Formbestandtheile, welche sich in demsel-

Recherches sur la structure et la physiologie du rein, Journal de la physiolog. T. I. Paris 1858. p. 577. — Kölliker Handbuch der Gewebelehre. Leipzig 1866. p. 509.

1) Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. IV. p. 146. T. XI.

2) Müller's Archiv. 1854. p. 303 u. 310. 3) l. c.

4) Chemie der Gewebe. Leipzig u. Heidelberg 1856. p. 300.

ben nachweisen lassen, sind Fasern und Zellen von verschiedener Qualität. Diese Formen stossen nur in kleineren Abtheilungen mit ihrer Oberfläche unmittelbar aneinander, an anderen Stellen bleiben mit einer verschieden consistenten Zwischensubstanz gefüllte Spalten zwischen denselben übrig.

In dem fibrillären Bindegewebe entwickelter Thiere macht eine bestimmte Art der faserigen Elementarformen einen so überwiegenden Bestandtheil des ganzen Gewebes aus, dass sie die ersten Zergliederer dieses Gewebes fast ausschliesslich beschäftigte. Es ist das die schon öfter angeführte leimgebende Fibrille. Die einfachste Präparation, das Zerzupfen eines Stückchens fibrillären Bindegewebes ergiebt, dass dasselbe sich in strangförmige Massen von wechselnder Breite zerlegen lässt. Die seitlichen Gränzen dieser Stränge werden von geraden oder mehr oder weniger wellenförmig geschwungenen Contouren gebildet und man sieht bei stärkeren Vergrösserungen den Lauf jener Contouren ziemlich treu wiederholende, immer aber die Längen-Richtung des Stranges einhaltende feine Streifen dicht nebeneinander verlaufen. In dünnen, durchsichtigen Häuten, z. B. im Netz oder Mesenterium, in der Arachnoidea lassen sich diese Stränge des Bindegewebes sofort ohne alle Präparation erkennen. Zerlegt man die längsgestreiften Bindegewebsstränge weiter, so überzeugt man sich leicht, dass sie entsprechend der an ihnen sichtbaren Längsstreifung sich in feine glatte, auf lange Strecken hin unverzweigt erscheinende Fasern zerlegen lassen (Fig. II). Der Durchmesser dieser Fasern ist sehr klein und schwankt zwischen einer Grösse von 0,0006—0,002 Mm. Diese Fasern sind die Fibrillen des Bindegewebes. Mit dem Polarisationsmikroskop untersucht, erweisen sich diese Fibrillen und die daraus gebildeten Bündel als doppelt brechend (Erlach [1]). Die Axe liegt in der Längsrichtung der Fibrillen, sie verhalten sich positiv einaxig (W. Müller [2]). Sie lassen sich nicht auf blos mechanische Weise allein aus dem Bindegewebe isoliren. In dem Kalk- und Barytwasser besitzt man Mittel, die, wenn sie durch einige Zeit auf das Bindegewebe eingewirkt haben, den Zusammenhang der Fibrillen so sehr lockern,


Fig. 2. Sehne vom Menschen (Fibrillen und Spindelzellen).

1) Müller's Archiv. 1847. p. 322.

2) Zeitschrift für rationelle Medicin. 3. R. Bd. X. p. 173, s. auch Valentin Untersuchung der Pflanzen- und Thiergewebe im polarisirten Lichte. p. 265 und Mettenheimer, Reichert u. du Bois Archiv. 1860. p. 354.

dass es ohne Weiteres gelingt, dehiscirte Bündel und auch vollständig isolirte Fasern für die mikroskopische Beobachtung zu gewinnen. Das Kalkwasser, in welchem möglichst reines Bindegewebe, z. B. gereinigte Sehnen jene Lockerung des Zusammenhanges erleiden, enthält darnach einen Körper, der durch Essigsäure daraus in Form weisser, sich später zu Flocken sammelnder Körnchen gefällt werden kann. Es ist dies auch noch der Fall, wenn man dem Bindegewebe vor der Behandlung mit Kalkwasser seine in Wasser löslichen Eiweisskörper möglichst vollständig entzogen hat. Der Körper, welcher in das Kalkwasser übergeht und daraus wieder gewonnen werden kann, stimmt in seinen Eigenschaften mit dem Mucin überein (Rollett [1], Eichwald [2]). Wegen der mechanischen Aenderung, welche der Zusammenhang der Bindegewebsfibrillen bei jener Procedur erleidet, wurde angenommen, dass dabei eine zwischen den fasrigen Formen vorhandene Kittsubstanz aufgelöst werde (Rollett) [3]. An Orten, wo die Faserbündel des Bindegewebes auf grössern Distanzen auseinander gerückt erscheinen, lässt sich eine solche Zwischensubstanz direkt beobachten. Angaben der letzteren Art haben zuerst Schwann und später Henle, letzterer speciell für die Maschen der Arachnoidea gemacht [4].

Kühne [5] weist für die homogene Zwischensubstanz des dünnen Bindegewebes zwischen den Muskeln der Frösche, welches nur schütere Fibrillen enthält, sogar ganz bestimmte mechanische Eigenschaften nach. Eine auf chemischer Einwirkung beruhende Zerlegung des Bindegewebes in Fibrillen kann auch noch durch übermangansaures Kali erreicht werden (Rollett [6]). Mit übermangansaurem Kali behandeltes Bindegewebe färbt sich braun und giebt dann, wenn es mit kochender Salpetersäure und Ammoniak behandelt wird (Rollett [7]), keine gelbe Färbung. Gut ausgewaschenes Bindegewebe giebt nur schwache Xanthoproteinsäurereaction (Donders [8]). Dasselbe ist mit gekalkten Sehnen der Fall. Es ist also nicht die collagene Substanz, welche es bedingt, dass alles nicht hinlänglich gereinigte oder frische Bindegewebe sich bei jener Reaction (Paulsen) [9] gelb färbt. Die Fibrillen des Bindegewebes und die daraus gebildeten Bündel erleiden eine eigenthümliche Veränderung durch die Einwirkung erhöhter Temperatur. In kochendes Wasser gebracht, schnellen sie plötzlich zusammen, werden kürzer, aber um Vieles dicker, als im frischen Zustande, und zugleich viel zarter contourirt. Dabei geht die charakteristische Längsstreifung der Bündel verloren; diese sowohl, als auch grössere aus dichten Bündeln zusammengesetzte Bindegewebe-Theile, in welchen sich die verdickten Bündel innig aneinander legen, bekommen auf diese

1) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 39. p. 308.
2) Annalen der Chemie u. Pharmacie. Bd. 134. p. 177.
3) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 30. p. 43.
4) Henle, allgemeine Anatomie. p. 349.
5) Lehrbuch der physiologischen Chemie. Leipzig 1866. p. 359.
6) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 33. p. 519 u. d. folg.
7) l. c. Bd. 33. p. 523. 8) Holländische Beiträge. Bd. I. 1848. p. 67.
9) Observationes microchemicae Mitav. 1849.

Weise das Ansehen einer homogenen Masse, in der aber jetzt unter dem Mikroskope verschiedene Einlagerungen, die am frischen Gewebe neben den Fibrillen nur wenig oder nicht bemerkt wurden, deutlich hervortreten.

Die plötzliche Schrumpfung, welche die Bindegewebefibrillen durch kochendes Wasser erleiden, beruht auf einer eigenthümlichen molekulären Umlagerung der Fibrillensubstanz. Eine Imbibition von Wasser lässt sich dabei nicht nachweisen. Lässt man die Siedhitze auf das Bindegewebe wirken und hindert zugleich durch Spannung in der Längenrichtung der Fasern deren Verkürzung, so findet man nach dem Trocknen des so behandelten Gewebes die Bündel- und Faserzeichnung unter dem Mikroskope erhalten. Behandelt man kleine Sehnenstücke mit Wasser von verschiedenen Temperaturen, so sieht man, dass das plötzliche Zusammenschnellen schon bei einer Temperatur zwischen 60—70° Cels. eintritt. Wird das Bindegewebe langanhaltend gekocht, oder kürzere Zeit im Papinschen Topfe, oder wird es im Zustande seiner natürlichen Durchfeuchtung in zugeschmolzenen Glasröhrchen bis auf 120° Cels. erhitzt (Rollett, Kühne[1]), so löst es sich bis auf die früher erwähnten Einlagerungen auf; die letzteren können auf diese Weise isolirt werden. Die Lösungen, welche erhalten werden, enthalten gewöhnlichen Leim »Glutin«.

Wegen der Eigenschaft, beim Kochen Leim zu geben, nennt man die Fibrillen und Bündel des Bindegewebes die collagene Substanz desselben.

Die Umwandlung derselben in Leim erfolgt, unter Anwendung verdünnter Säuren, z. B. schwefliger Säure (Ruthay[2]) oder 0,1 Proc. Schwefelsäure (Kühne[3]) auch schon bei 40° Cels.; auch darauf hat man Methoden zur Isolirung von in das Bindegewebe selbst eingelagerten oder vom Bindegewebe zusammengehaltenen mikroskopischen nicht leimgebenden Formen gegründet. Die erste Wirkung der Säuren besteht, wenn man dieselbe bei gewöhnlicher Temperatur anwendet, darin, dass das Gewebe stark aufquillt, vorzugsweise in der Richtung des Querdurchmessers der Bündel und Fibrillen. Die letzteren, welche dabei schwächer lichtbrechend werden, drängen sich mit ihrer klebrigen Oberfläche innig aneinander, so dass ihre Grenzen unsichtbar werden. In der durchsichtigen Masse sieht man, wie im gekochten Bindegewebe neue Formen jetzt deutlich hervortreten. Gewöhnlich bedient man sich der Essigsäure, um die beschriebene Veränderung am Bindegewebe hervorzurufen und dadurch die Fibrillen von anderen Faserbildungen zu unterscheiden. Wie die Essigsäure wirken aber auch noch andere Pflanzensäuren und verdünnte Mineralsäuren, namentlich gut Salzsäure von 0,1 % und ebenso verdünnte Salpetersäure.

Bei der Behandlung mit Säuren treten an den Bündeln des Bindegewebes häufig Einschnürungen auf, indem in bestimmten Abständen die Quellung des Bündels wie durch ein fest herumgelegtes Schnürband verhindert scheint. Es

---

1) Ueber die peripherischen Endorgane der motorischen Nerven. p. 6. Leipzig 1862.
2) Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. 41. p. 236. 3) l. c. p. 11.

sind das die viel besprochenen umsponnenen Bindegewebsbündel. Man leitete anfangs diese Einschnürungen von um die Bündel gelegten in Essigsäure nicht quellenden Spiralfasern (Henle[1]) her, welche man für elastische Fasern hielt.

Später suchte man von verschiedener Seite eine zuerst von Reichert[2] ausgesprochene Ansicht zu stützen, der zu Folge die Einschnürungen der gequollenen Bündel von einer während des Aufquellens in reifenartige Stücke zerrissenen Scheide der Bindegewebebündel herrühren sollten. Eine solche Scheide der Bündel in Form einer zusammenhängenden Membran ist aber im frischen Bündel nicht nachzuweisen. An solchem überzeugt man sich vielmehr von dem Vorkommen eines umspinnenden Netzes mit bald schlankeren, bald mehr verbreiterten Balken in dem Sinne, wie es schon früher beschrieben wurde. Durch vorsichtige Neutralisation des mit Säuren gequollenen Bindegewebes kann man demselben sein ursprüngliches Ansehen wieder verleihen. Eine Thatsache, welche Henle zuerst gegen Reichert hervorhob, der seine Lehre von der Strukturlosigkeit des fibrillären Bindegewebes vorzugsweise auf die Essigsäurereaktion und die von ihm angenommene Unmöglichkeit stützte, das Bindegewebe anders als durch mechanische Zerklüftung in Fasern zu zerlegen. Dass auch der letztere Satz Reichert's bereits widerlegt, ergiebt sich aus dem Früheren.

In Bezug auf die Zurückführbarkeit der in Säuren gequollenen Fibrillen und Bündel ist noch zu bemerken, dass solche Versuche nicht zu spät angestellt werden dürfen, da eine längere Wirkung der Säuren auch bei niederer Temperatur die Fibrillen unter Bildung von Leim wirklich auflöst. Auch in den Lösungen der reinen Alkalien quillt das Bindegewebe anfangs zu einer durchsichtigen Gallerte auf, später lösen sich die Fibrillen volltändig. Concentrirte Salpetersäure bringt im Beginne ihrer Wirkung ein ähnlich plötzliches Schrumpfen der Bindegewebefasern zu Stande wie Temperaturen über 60° Cels. In Chlorcalcium oder Pottasche eingebettet, werden die Bündel und Fibrillen durch Wasserentziehung gehärtet. Einer Tanninlösung wird durch eine entsprechende Menge von Bindegewebe bald alles Tannin entzogen. Das so erhaltene Leder, namentlich wenn es aus vorher gekalktem Bindegewebe bereitet ist, eignet sich noch besser als nach anderen Methoden gehärtetes Bindegewebe zur Anfertigung feiner Durchschnitte, wenn es sich um die Anordnung der Bindegewebebündel in einer compacteren Bindegewebsmasse handelt[3].

Wurden auf solchen Schnitten die Bündel, welche bisher der Länge nach betrachtet worden sind, quer getroffen, so kann man auch die feinen Durch-

1) Allgemeine Anatomie. Bd. 195. Jahresbericht für 1857. p. 38.

2) Reichert Müller's Archiv. 1847. — Leydig, Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt 1857. p. 31. — Klopsch, Müller's Archiv. 1858. p. 417. — Kölliker, Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 9. p. 140.

3) Rollett, Sitzungsberichte d. Wiener Akad. Bd. 30. p. 45. u. Fig. 3. Taf. I.

schnitte der im Bündel neben einander liegenden Fibrillen in Form runder oder etwas eckiger Felder wahrnehmen. Das letztere Resultat erreicht man aber namentlich an Sehnen weitaus am besten, wenn man das frische Gewebe auf eine Bleiplatte anfrieren lässt, die, auf einem festen Gestell aus Eisen liegend, in eine Frostmischung eingesenkt wird, so dass nur die obere Fläche frei bleibt, und dann auf der Platte die Schnitte mit gekühlten Messern anfertigt. Henle und Stadelmann [1] sahen die Fibrillenquerschnitte zuerst an Schnitten getrockneter Sehnen.

Werden die aus gefrorenen oder getrockneten Sehnen gefertigten Querschnitte mit Essigsäure behandelt, so entsteht dadurch, dass sich die Ränder der durchschnittenen Bündel bei ihrer raschen in der Richtung des Querdurchmessers erfolgenden Quellung umschlagen, ein eigenthümliches Bild, welches, nachdem es zuerst von Donders [2] beschrieben wurde, später von Gerlach [3] und Machik [4] wieder behandelt wurde. Die umgeschlagenen Ränder laufen wie breite quergestreifte und in Wellenlinien gelegte Bänder durcheinander.

Die Fibrillen und die Fibrillenbündel des Bindegewebes sind in verschiedenen aus diesem Gewebe zusammengesetzten Organen in verschiedener Weise angeordnet [5]. Die Bündel laufen parallel neben einander, oder vereinigen sich nur unter sehr spitzen Wirbeln wie in den Sehnen und Bändern.

Oder die verschieden starken Fibrillen-Bündel bilden, indem sie sich unter verschiedenen Winkeln durchkreuzen, theilen und wieder vereinigen, ein dickes oder dünneres verfilztes Lager, durch welches drei aufeinander senkrechte Schnitte so gelegt werden können, dass der eine alle Bündel vorherrschend in ihrer Längenrichtung trifft, während die beiden anderen längs-, schräg- und quergetroffnen Bündel enthalten. Auf einem der zwei letzteren Schnitte kann wieder die eine oder die andere Schnittrichtung im Bündel vorherrschen und können so Uebergänge zur parallel faserigen Anordnung entstehen. Die erwähnten Arten der Anordnung finden sich in der Lederhaut und den meisten aus Bindegewebe gebildeten Häuten.

Eine besondere Anordnung der Bündel kommt in den serösen Häuten vor, am schönsten ausgeprägt im grossen Netz des Menschen (Fig. 3) und vieler Säugethiere (Katze, Hund, Maus). Die in der dünnen Platte verlaufenden Fibrillenbündel lassen, indem sie sich oftmals theilen und wieder vereinigen, grössere oder kleinere Maschenräume zwischen sich übrig, so dass die ganze Platte ein schleierartiges Ansehen gewinnt. Ein sehr wichtiges hier zu beobachtendes Verhältniss ist aber, dass den Rändern des Maschenraumes zunächst

---

1) Sectiones transversae etc. Diss. inaug. 1844. — Henle's Jahresbericht 1844. p. 15.
2) Holländische Beiträge. I. Band. p. 258.
3) Handbuch der Gewebelehre. Mainz 1850. p. 110. Fig. 42.
4) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 34. p. 91.
5) Bruch, Zeitschrift für rationelle Med. Bd. VII. p. 378 u. 379. — Leydig, Histologie des Menschen und der Thiere. Frankfurt. p. 79. — Rollett, Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 30. p. 45 u. d. f.

wirklich in sich zurücklaufende Fibrillenzüge beobachtet werden, welche die Maschenräume gleichsam auszurunden scheinen (Fig. 3).

Man hat die letztere Anordnung des Bindegewebes als eine besondere Form unter dem Namen des netzförmigen (Kölliker[1]), auch areolaren (Hassall[2]) Bindegewebes aufgestellt. Die letzteren Bezeichnungen sind aber eben nur auf die besondere Form der Anordnung des fibrillären Bindegewebes zu beziehen.

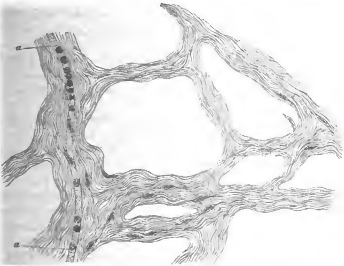


Fig. 3. Grosses Netz vom Menschen. *aa* ein Blutgefäss.

Eine weitere Art der Anordnung der Bindegewebebündel ist die, bei welcher von drei aufeinander senkrechten Schnitten keiner die Faserzüge vorherrschend der Länge oder der Quere nach trifft, sondern jeder die verschiedensten Schnittrichtungen enthält. Sie kommt, aber nicht durchgehends vor in dem interstitiellen Bindegewebe der Organe, also in dem formlosen Bindegewebe Henle's[3], während die früher beschriebenen Anordnungen im geformten Bindegewebe Henle's vorherrschen. Henle selbst wollte aber die Grenzen zwischen beiden nicht scharf gezogen wissen.

Nicht nur in Bezug auf die Anordnung der Bündel, wie eben bemerkt wurde, kommen Verschiedenheiten zwischen dem Bindegewebe verschiedener Organe vor, auch die Bündel selbst zeigen Verschiedenheiten, denn in gewissen Organen erscheinen die feinen Fibrillen in allen Querschnitten eines Bün-

---

1) Gewebelehre. Leipzig 1867. p. 74.

2) Mikroskopische Anatomie. Uebersetzt von Kohlschütter. Leipzig 1852. p. 232. Taf. 35. Fig. 7.

3) Allgemeine Anatomie. p. 354.

dels in vollständig gleichmässiger sehr geringer Entfernung ihrer Oberflächen parallel neben einander gelagert, den geraden oder lang geschwungenen Grenzcontour des Bündels nachahmend. In anderen dagegen sind die Fibrillen im Bündel selbst in kleineren Abtheilungen dichter, die letzteren selbst durch besondere sehr kurze Schwingungen ihres Contours weniger dicht aneinandergelagert. Demgemäss zerfallen die Bündel ersterer Art bei der Behandlung mit Kalk- und Barytwasser sogleich in Fibrillen, die Bündel zweiter Art zuerst in jene Abtheilungen und diese zuletzt in Fibrillen.

Ich habe schon einmal darauf verwiesen[1], dass diese Verschiedenheit am meisten sich aufdrängt bei der vergleichenden Untersuchung der Sclerotica und Conjunctiva desselben Auges.

Bündel der ersteren Art kommen den früher sogenannten fibrösen Geweben zu. Bündel der letzteren Art den gewöhnlichen Bindegewebetexturen.

Es ist hier der Ort, auch über die Gewebespalten des Bindegewebes etwas beizubringen.

Demjenigen, der die Anordnung des Bindegewebes genau untersucht, kann es nicht zweifelhaft sein, dass interfibrilläre Spalten im Bindegewebe existiren. Es ist auch das einfachste Beobachtungsresultat, dass die collagene Substanz des Bindegewebes nicht in allen Theilen eines Stückchens in gleich inniger Berührung ist, dass sie nicht in allen Theilen mit derselben Festigkeit zusammenhängt. Die Verschiedenheiten in der Anordnung der Fibrillen und der Bündel, die Resultate der Zerlegung mit Kalk- und Barytwasser ergeben das unmittelbar, auch an Bindegeweben, wo die oben erwähnte umspinnende Formation an den Bündeln fehlt.

Man kann sich also nicht vorstellen, dass die Fibrillen und Bündel in einer gleichmässig zwischen denselben vertheilten Flüssigkeit schwimmen, wie Engelmann für die Cornea annimmt[2]. Ebensowenig kann man sich die Schleim- oder Mucoidsubstanz, welche His[3] annimmt, noch auch den oben erwähnten Gewebekitt vollständig gleichmässig vertheilt zwischen den Fibrillen und Bündeln vorstellen. Dafür sprechen auch die Versuche, bei welchen von Wittich[4], um die Existenz des plasmatischen Kanalsystemes von Virchow experimentell zu erproben, in Sehnen Indigoküpe durch Capillarität aufsteigen liess und darnach besonders vertheilte blaue Niederschläge in den Sehnen fand. Damit sei übrigens nicht entschieden, dass man sich die mit Flüssigkeit erfüllten Durchgänge zwischen den fester vereinigten Bündeln und Fibrillen des Bindegewebes in Form jenes angeblich mit den Lymphwurzeln zusammenhängenden Kanalwerkes vorstellen darf, welches v. Recklinghausen[5] unter dem Namen der Saftkanälchen auf Grund der durch Silberbehandlung dargestellten

1) l. c. p. 58. 2) Ueber die Hornhaut des Auges. Leipzig 1867. p. 6 u. d. f.
3) Die Häute und Höhlen des Körpers. Basel 1865. p. 23.
4) Virchow's Archiv. Bd. IX. p. 187.
5) Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe. Berlin 1862.

Bilder beschrieben hat. Diese Frage wird in dem Abschnitte Lymphgefässe erörtert werden.

Für die wandernden Zellen des fibrillären Bindegewebes, dieses in seiner ganzen Ausdehnung uud Verbreitung betrachtet, aber würde sich ergeben, dass sie im Bindegewebe nicht alle beliebigen Wege einschlagen können, sondern nur bestimmte, die nicht allein von der Undurchdringlichkeit der collagenen Substanz, sondern auch von der ungleichmässigen Vertheilung einer festeren Kittsubstanz abhängig sind.

Wie man die Zellen des fibrillären Gewebes am besten darstellen und untersuchen kann, wurde sehon früher angegeben. Hat man möglichst frisches fibrilläres Bindegewebe in der oben angeführten Weise behandelt, so stellen sich Fibrillen und Zellen immer gleichzeitig dar (Fig. 2 u. 3). Hier sei noch erwähnt, dass man auch mit Goldchlorid an festeren Bindegeweben sehr schöne Bilder erhält, in welchen die Zellen roth oder blauroth, die Fasermasse nicht gefärbt erscheint (Cohnheim[1]). Früher wurde zur Darstellung der Zellen des fibrillären Bindegewebes häufig die Essigsäure angewendet; allein wegen der Veränderungen, die dieses Reagens an den Zellen hervorbringt und wegen des Umstandes, dass dann die Anordnung der Fibrillen und Bündel verwischt ist, wird sich das früher angegebene Verfahren immer besser eignen.

Auch das Kochen des Bindegewebes wurde in gleicher Weise angewendet (Henle[2], Virchow[3]). Alleiu gerade diese Methode hat zu den Trugbildern der sternförmigen Zellen auf dem Sehnenquerschnitt geführt, wie man jetzt weiss (Henle[4], Reichert[5], Bruch[6], Rollett[7]), und ist aueh geeignet, in anderen bindgeewebigen Organen solche Trugbilder zu erzeugen, die dadurch entstehen, dass die verkürzten und aneinandergedrängten Bündel, wenn sie auf dem Querschnitt nebeneinander liegen, drei- oder vierseitige Spalten mit eingebogenen Seiten zwischen sich übrig lassen.

Neben den Zellen des Bindegewebes werden in demselben durch Säurebehandlung oder dureh Kochen auch noch scharfcontourirte Fasern sichtbar, von welchen gleich berichtet werden soll. Handelt es sich darum, einen rasehen Ueberbliek über diese Einlagerungen zu gewinnen, dann allein können die zuletzt erwähnten Methoden benutzt werden.

Die elastischen Fasern. Diese Fasern, welche fast in allem Bindegewebe sichtbar werden, wenn man dasselbe durch Behandlung mit Essigsäure oder durch Kochen durchsichtig macht, sind scharf und glattrandig. In gekochtem Bindegewebe zeichnen sich dieselben durch ihren meist stark

---

1) Cohnheim, Archiv für patholog. Anatomie. Bd. 38. p. 352.
2) Jahresbericht für 1850. p. 40.
3) Würzburger Verhandlungen Bd. II. p. 154.
4) Jahresbericht für 1851. p. 23.
5) Müller's Archiv. 1854. p. 38.
6) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. VI. p. 171.
7) l. c. Bd. 30. p. 69.

gewundenen Verlauf aus, in dem in Säure gequollenen Bindegewebe verlaufen sie etwas gestreckter. Diese Fasern unterscheiden sich von den Bindegewebsfibrillen nicht nur durch die Resistenz gegen die erwähnten Einflüsse, sondern auch dadurch, dass sie eine grosse Neigung haben, sich zu verzweigen und Netze zu bilden. Dieselben treten bald nur in geringer Anzahl im Bindegewebe auf, und sind dann meist cylindrisch, fein, etwa von der Stärke der Bindegewebsfibrillen, spärlich verzweigt und umfassen nur lange, grosse Maschenräume, wie in den menschlichen Sehnen, oder sie sind in grösserer Anzahl vorhanden, verzweigen sich vielfach und stellen durch häufige Anastomosen verbunden ein feines, zierliches Netz dar, wie an der Oberfläche mancher serösen und Schleimhäute. Es können aber auch die einzelnen Fasern zu einer viel ansehnlicheren Stärke gelangen. Sie verbreitern sich dann zu meist etwas flachen Balken, die mit eben solchen oder feineren aus der Verzweigung der Balken hervorgehenden Fasern sich zu einem sehr charakteristischen Netze verbinden, wie in der Cutis und in den Lungen. An einzelnen Orten, z. B. im Nackenband der Thiere, in den gelben Bändern der Wirbelsäule, in der Tunica elastica der Arterien treten die elastischen Fasern in so grosser Menge auf, dass man dort auch von einem selbstständigen elastischen Gewebe spricht. Dann sind die Fasern meist dick und vielfach unter spitzen oder mehr stumpfen Winkeln verzweigt und verbunden, so dass nur enge, längliche, oder aber kleine, runde oder ovale Maschen zwischen denselben übrig bleiben. Oft erscheinen die Balken sehr verbreitert oder unter einander verschmolzen zu elastischen Platten oder zu Häuten, die von scharfrandigen Löchern durchbrochen werden, sog. gefensterten Membranen (Arterienhäute). Weder von verdünnter noch concentrirter Essigsäure werden die elastischen Fasern verändert, sie widerstehen auch bei gewöhnlicher Temperatur der Kali- und Natronlauge sehr lange. Die letztere giebt eines der besten Mittel ab, sie im Bindegewebe hervortreten zu lassen. Concentrirte Schwefelsäure macht die elastischen Fasern heller, ohne dass sie dabei sofort aufschwellen, es braucht tagelanger Wirkung, bis die Fasern quellen und sich aufzulösen beginnen.

Die elastischen Fasern lösen sich beim Kochen wenigstens in der Zeit, welche nothwendig ist, das Collagen des Bindegewebes in Leim zu verwandeln, nicht auf. Und man erhält, wenn man vorher mit Kalilauge Bindegewebe und albuminoide Substanzen z. B. aus dem Nackenbande entfernt, keinen Leim im gewöhnlichen Sinne. Dass die elastischen Fasern selbst, bei anhaltendem Kochen (Eulenburg [1] und Joh. Müller [2]), oder bei dreissigstündigem Erhitzen bei einer Temperatur von 160° (Max Schultze [3]) sich auch auflösen, wird angegeben. Dabei erhält man aber nur eine nicht gelatinirende, nach Leim riechende, bräunliche, durch Gerbsäure fällbare Flüssigkeit.

1) De tela elastica. Berlin 1836.

2) Poggendorf's Annalen. 1836. Bd. 38. p. 341.

3) Annalen der Chemie und Pharmacie. 1849. p. 294.

Auch wenn das Bindegewebe durch Digestion mit Säuren bei 40° in Leim übergeführt wird, bleiben die elastischen Fasern im Rückstand (Kühne[1]). Die elastischen Fasern färben sich mit Millon's Reagens roth und geben die Xanthoproteinsäurereaction. Mit Alkohol, Aether, kochendem Wasser, Essigsäure und Alkalien gereinigtes (W. Müller[2]) Nackenband wurde unter dem Namen des Elastin beschrieben und analysirt.

An den elastischen Fasern der Haut und der subserösen Schichten des Peritonäum und der Chordae tendineae vom Hund sah v. Recklinghausen[3] nach der Silberbehandlung von Strecke zu Strecke einen schwarzen Niederschlag im Innern der Fasern und ist darum geneigt, sie für hohl zu halten. An den Fasern des Nackenbandes und der Gefässhäute fehlte die Erscheinung. Frey[4] glaubte gesehen zu haben, dass in manchen elastischen Fasern nach der Imbibition mit Carminammoniak und Neutralisation mit Essigsäure Carminkörnchen sich niedergeschlagen, ist aber selbst an der Beweiskraft solcher Bilder für das Hohlsein der Fasern zweifelhaft geworden. v. Wittich[5] erhielt bei seinen Versuchen mit Indigo in den elastischen Fasern des Lig. nuchae keine Niederschläge. An den breiten Querschnitten der elastischen Fasern des Nackenbandes vom Ochsen ist von einer Höhlung in der That nichts zu sehen.

Verbreitung des fibrillären Bindegewebes beim Menschen. Was das Vorkommen fibrillären Bindegewebes betrifft, so bestehen aus demselben beim Menschen die Bänder des Skelettes, das Periost und Perichondrium, die Aponeurosen, Fascien, Sehnen, die fibrösen Häute, das Stroma der serösen Häute, der meisten Schleimhäute, der äussern Haut, das subseröse, subcutane und submucöse Bindegewebe. Es kommt vor in den Gefässhäuten, namentlich den Adventitien und im Endocardium, in den gefässtragenden Häuten des Auges und der Nervencentralapparate und als interstitielles Bindegewebe der meisten Organe.

Entwicklung des Bindegewebes. Die Entwicklung des fibrillären Bindegewebes ist eine der schwierigsten histologischen Fragen. Nachdem sich gegen die Ansicht Schwann's[6], dass in die Länge auswachsende Zellen in Fibrillenbündel zerklüften, zunächst Henle[7] ausgesprochen hatte, fand des letzteren Angabe, dass eine anfangs gleichförmige Substanz, die bestimmte geformte Bestandtheile einschliesst, später in die Bündel und Fibrillen des Binde-

1) Physiologische Chemie. Leipzig 1866. p. 356.
2) Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. X. 3 R. p. 173.
3) Die Lymphgefässe etc. p. 59.
4) Histologie und Histochemie. Leipzig 1867. p. 247.
5) Archiv f. pathol. Anatomie. Bd. X. p. 187.
6) Mikroskopische Untersuchungen über die Uebereinstimmung etc. Berlin 1839. p. 133 u. d. f.
7) Allgemeine Anatomie. p. 379.
8) l. c. u. Canstatt's Jahresbericht 1851. Bd. I. p. 26.
9) Die Entwicklung der Bindesubstanzen. Tübingen 1858.

gewebes zerfalle, immer mehr Eingang. Sehr verschieden war aber die Deutung, welche den hier concurrirenden Formen und Massen von den einzelnen Autoren gegeben wurde.

Die gleichförmige, in die Bündel und Fibrillen des Bindegewebes übergehende Substanz sollte aus einer Verschmelzung von Zellmembranen mit einer Intercellularsubstanz hervorgehen, Bündel und Fibrillen nur der optische Ausdruck einer Faltung dieser Substanz sein, die Zelle mit dem Kern oder bis auf diesen aber atrophiren (Reichert [1]). Nach einer anderen Auffassung geht nicht ein zwischen den Kernen vorhandenes Blastem die fibrilläre Umwandlung ein, sondern die Formen, zwischen welche jenes als Intercellularsubstanz reichlich abgelagert wird, sind die von Schwann im embryonalen Bindegewebe nachgewiesenen Spindelzellen. Die letzteren haben an der Zerklüftung keinen Antheil (Virchow [2], Donders [3], Kölliker [4]), sondern persistiren in etwas verkümmertem Zustande als Zellen (Virchow, Kölliker), oder in ein plasmatisches Kanalsystem (Virchow) umgewandelt, oder in elastische Fasernetze (Donders) übergehend fort.

Max Schultze [5] und Beale [6], welchen viele Andere zustimmen, sehen, wie schon erwähnt, die allmählich sich fibrillär umwandelnde Grundsubstanz als das Protoplasma wandungsloser und bis zur Verschmelzung einander genäherter Embryonalzellen an, bei dessen Umwandlung in fibrilläres Bindegewebe ausser den Kernen noch ein wenig unverändertes Protoplasma um die Kerne übrig bleibe (Bindegewebskörperchen).

Endlich lassen neuerlichst Kusnetzoff [7] und Obersteiner [8] die Fibrillen des Bindegewebes direct durch Auswachsen ungetheilter oder verästigter Fortsätze von Spindelzellen entstehen.

Gegenüber diesen so verschiedenen Ansichten wird es sich darum handeln, vorerst bestimmte Bilder zu fixiren, auf welche man stösst, wenn man die Entwicklung des Bindegewebes über möglichst viele Stufen verfolgt.

Es muss sogleich bemerkt werden, dass nicht die Sehnen oder andere derbere Bindegewebslager die tauglichsten Objecte hiezu abgeben. Man macht an den dünnen Platten seröser Häute, wie sie Henle und Baur zur Untersuchung benutzten, mehr Erfahrungen. Vorzüglich tauglich ist das grosse Netz von menschlichen und Thier-Embryonen, die in Müller'scher Flüssigkeit conservirt wurden.

Dort sieht man nach Abhebung des Epithels, dass die erste Anlage aus rundlichen nur etwas verlängerten dichtgedrängten Zellen besteht. Bei einem

---

1) Beiträge zur vergleichenden Anatomie etc. p. 108.

2) l. c. 3) Donders l. c. Bd. 3. p. 348.

4) Neue Untersuchungen über die Entwicklung des Bindegewebes. Würzburg 1861. — Gewebelehre. Leipzig 1867. p. 76.

5) Reichert u. du Bois, Archiv 1861. p. 13. 6) l. c.

7) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 56. p. 162.

8) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 56. p. 251.

4 Centim. langen Schafembryo massen dieselben im Mittel 0,0256 Mm. der Länge, 0,0096 Mm. der Breite nach. Die Kerne dieser Zellen sind rund und schwach oval, sie erscheinen körnig, die Körner besitzen aber keinen besonderen Glanz und ebenso ist auch der ganze Kern durch keinen scharfen Contour von dem ihn umgebenden Protoplasma getrennt. Das letztere erscheint schwach getrübt, ohne deutliche Körnung. Liegen diese Zellen noch dicht beisammen, so sind die Grenzen derselben verwischt oder nur schwach angedeutet. Am Rand der Präparate, oder wenn man etwas zerzupft hat, erhält man aber die Zellen isolirt.

Sieht man dieses Bild, welches durch Färbung mit Carmin um vieles verdeutlicht wird, dann könnte man sich leicht die Vorstellung machen, man hätte das mit Kernen besetzte Blastem oder die verschmolzenen Protoplasmamassen vor sich, aus deren Zerklüftung die Fibrillen entstehen, allein man ist zu dieser Zeit vom Auftreten der Fibrillen im Netze noch weit entfernt. Das beschriebene Bild geht zunächst successive über in das folgende.

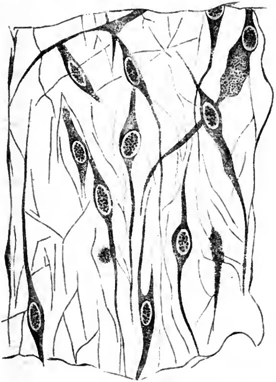


Fig. 4. Aus dem grossen Netz eines 7 Centimeter langen Schafembryo.

Die ursprünglich schlecht differenzirten Kerne werden zu deutlich doppelt contourirten bläschenförmigen Gebilden, die in den Randtheilen hell erscheinen, in ihrem Innern, gewöhnlich der längeren Axe entsprechend, eine aus gröberen Körnern zusammengesetzte Masse bergen. Die Zellen verschmälern sich und wachsen zu langen Spindeln aus (Fig. 4). Die Ausläufer erscheinen hie und da knotig, sie verzweigen sich spärlich, hängen aber häufig der Länge nach mit einander zusammen. Oft sind zwei kerntragende Knoten auch nur durch

eine kurze Brücke von Protoplasma verbunden und stellen mit ihren freien Ausläufern eine zweikernige Doppelspindel dar. Auch der Quere nach getheilte Spindelzellen kommen, obwohl selten, zur Beobachtung. Diese schönen und langen Spindelzellen erscheinen durch eine helle Substanz weit auseinander geschoben, in der letzteren bemerkt man anfangs nichts anderes als kurze, abgebrochen aufhörende, geschlängelte Linien. Sehr bemerkenswerth ist es, dass zwischen den eben beschriebenen ausgewachsenen Zellen runde Zellen eingesprengt vorkommen; dieselben zeigen eine körnige Beschaffenheit und ein- oder mehrfache kleine runde Kerne, wie solche den amöboiden Zellen zukommen. In diesem Bilde, welches sich in seinem Entstehen aus dem zuerst beschriebenen bei Schafembryonen zwischen 4 Centim. bis 7 Centim. Länge sehr gut verfolgen lässt, liegen uns also ganz exquisite Formen der von Schwann und Virchow beschriebenen Spindelzellen des embryonalen Bindegewebes vor.

Solche Spindelzellen finden sich auch noch reichlich vor im Netze älterer Embryonen, allein sie überschreiten noch während des intrauterinen Lebens ihre Blüthezeit. Sie werden namentlich in ihren Fortsätzen verschmächtigt, bleiben aber dabei sehr lang, und es kostet dann Mühe, ihre feinen Ausläufer zu verfolgen. Währenddem entstehen aber in der hellen Substanz zwischen den Zellen anfangs spärlich und dünn die geschlängelten, glatten, unverzweigten Fibrillen. Diese lassen sich, die Zellausläufer unter verschiedenen Winkeln durchkreuzend, über eine ganze Reihe von Spindelzellen hin verfolgen. Manchmal schliessen sie sich aber auch für eine Strecke der Längenaxe der Spindelzelle an und dann kommen Bilder zu Stande, welche leicht zur Annahme eines Zusammenhanges der Fibrille mit den Zellen selbst verführen können. Allein es giebt zahlreiche Bilder, an welchen man sich überzeugen kann, dass ein solcher Zusammenhang der sehr fein zugespitzten Zellausläufer mit den ebenso feinen Fibrillen nicht existirt. Man kann, wenn man von den Zellen ausgeht und die nöthige Sorgfalt verwendet, ihre langen Ausläufer bis zu ihrem freien Ende mit Nr. 10 à immersion von Hartnack gut verfolgen. Andererseits lassen sich ebenso gut die einzelnen Fibrillen über das ganze Präparat und alle Zellen hin in continuo als glatte leicht geschlängelte, nirgends verdickte Fäden verfolgen. Die Substanz der Zellausläufer färbt sich an Carminpräparaten etwas stärker, der Rand derselben hat nicht das glatte Aussehen, wie der Contour der Fibrille, sondern der Contour zeigt sehr feine Unregelmässigkeiten, er ist auf kurze Strecken feinbuchtig und etwas geknickt.

Zur Zeit, wo die Fibrillen auftreten, stellt die Bindegewebsplatte des Netzes noch eine zusammenhängende Lamelle dar. Und das bleibt so, bis sich neben den einzelnen geschwungen verlaufenden Fibrillen auch schon Bündel ausgebildet haben. Das Netz fünfmonatlicher menschlicher Embryonen giebt, was Bündel, Fibrillen und fein und langausgezogene Spindelzellen betrifft, ein sehr distinctes Bild (Fig. 5).

Später treten aber beim Menschen und bestimmten Thieren, z. B. beim Hund, nicht beim Schaf, grössere oder kleinere scharf umrandete Löcher[1]) auf. Beim menschlichen Neugeborenen sind dieselben noch wenig zahlreich und um Vieles kleiner als beim Erwachsenen und man bemerkt jetzt hart am Rande jener Löcher auch schon die noch dünnen Züge der umrandenden Fibrillen.

Verfolgt man die Entwicklung in noch weitere Lebensalter hinein, wie es mir durch Untersuchung des Netzes von einem 1 Jahr alten Kinde, ferner von einem 11 Jahre alten Kinde möglich war, so bemerkt man, dass die Anzahl der Lücken in der Netzplatte fortwährend zunimmt, die Bündel und Fibrillenzüge wachsen in die Dicke, besonders schön ist dies an den früher beschriebenen, die Löcher umrandenden Kreisfasern zu sehen. Auch während dieses Heranwachsens des Netzes ist entschieden nichts davon zu sehen, dass die Neubildung der Fibrillen durch Auswachsen von Zellen entstünde.

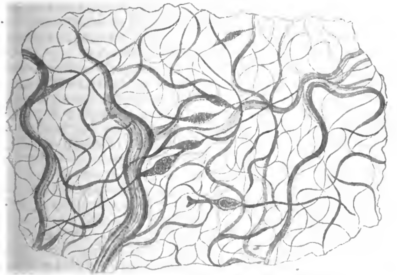


Fig. 5. Grosses Netz eines 5monatlichen menschlichen Embryo.

Geht man mit den an diesem Objecte gemachten Erfahrungen an die Untersuchung der Sehnen von eben so behandelten Embryonen, dann wird man in der Beurtheilung der sich ergebenden Bilder manche Vorsicht anwenden.

Bei jungen Embryonen sieht man auch hier anfangs dicht gedrängt liegende rundliche Bildungszellen mit eben den noch schlecht differenzirten Kernen. Diese Zellen verlängern sich etwas in der Richtung der Längenaxe der Sehne, die Zellgrenzen sind dann auch hier nur schwach angedeutet. Die

1) Vergleiche Bruch, Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. VIII. Fig. 1.

isolirten Zellen erscheinen nach Art eines zarten Flöckchens an Carminpräparaten mit dem stark roth gefärbten Kern in der Mitte. Diese Zellen wachsen darauf mehr in die Länge und ebenso strecken sich ihre Kerne, die letzteren werden dabei schärfer contourirt, hell an ihren Rändern und bekommen einen länglichen Körnerhaufen in ihrem Innern. Die in die Länge gewachsenen Zellen scheinen aus einer stärker lichtbrechenden Substanz gebildet, als die ursprünglichen Zellen und sind leichter zu isoliren. Eine helle, glatte Zwischensubstanz, wie sie bei der Bildung des Bindegewebes im Netze der Fibrillenanlage vorausgeht, ist hier niemals zu sehen. Es treten vielmehr sehr frühe anfangs spärlich, später zwischen den immer mehr verlängerten und besser begrenzten und verschmächtigten Zellen immer zahlreicher die feinen, glatten, völlig homogenen und durchsichtigen Fibrillen auf. Solche lassen sich durch Zerzupfen schon isoliren, wenn die Zellen noch verhältnissmässig wenig gestreckt sind und sind häufig über die ganze Länge des herausgeschnittenen kleinen Sehnenstückchens hin in continuo zu verfolgen. Sind die Zellen länger geworden — und sie verlängern sich absolut sowohl als relativ zu ihrer Breite, während die letztere absolut kleiner wird — dann hat auch die Zahl der Fibrillen schon bedeutend zugenommen. Diese sind wieder über die ganze Sehne hin ununterbrochen zu verfolgen, also über eine ganze Reihe von Zellen hinlaufend. Endlich sind zwischen einer grösseren Anzahl der neugebildeten Fibrillen schmächtigere, an ihren Enden lang und fein ausgezogene Spindeln enthalten, dieselben lassen sich leicht isoliren, ihre feinen Enden schmiegen sich ebenfalls innig an die Fibrillen an. Es gelingt aber auch hier bei gehöriger Ausdauer, sich von der Unabhängigkeit beider zu überzeugen und zahlreiche Fibrillen vollständig glatt, homogen und ohne die Andeutung irgend eines Knotens von dem einen Ende der Sehne bis zum andern zu verfolgen. Das letztere ist wie gesagt schon möglich, wenn die Zellen noch verhältnissmässig breit und kurz sind. Unter mächtiger Zunahme der Fibrillen und Auseinanderrücken der Zellen, die sich mehr und mehr verschmächtigen, geht die Entwicklung weiter. Beim Neugeborenen und Erwachsenen können die verkümmerten Spindelzellen, wie aus dem Früheren hervorgeht, auf dieselbe Weise dargestellt werden, wie zu allen Zeiten des embryonalen Lebens, auch hier findet sich niemals eine Zelle in den Verlauf einer Fibrille eingeschaltet.

Nach den eben mitgetheilten Beobachtungen muss eine Entwicklung in der Weise, dass die Fibrillen durch Auswachsen von Zellenfortsätzen entstehen, im vorliegenden Falle in Abrede gestellt werden.

Man findet die Fibrillen in beträchtlichen Strecken ihrer Länge gleichzeitig angelegt. Ein Theil der in der embryonalen Anlage eines bindegewebigen Organes enthaltenen Zellen oder alle wachsen während der Entwicklung zu beträchtlich langen Spindelzellen aus, dabei rücken die Zellen auseinander, entweder dadurch, dass anfangs eine geringe, später immer grössere Menge von Fibrillen zwischen denselben auftritt, wie bei den Sehnen, oder dadurch, dass anfangs eine durchsichtige, unterbrochen gestreifte Substanz in grösserer

Menge auftritt, in welcher die Fibrillen erst später sichtbar werden, wie beim Netz. Dies ist in Kürze das, wovon sich, wie ich glaube, Jeder wird überzeugen können.

Ueber die Bedeutung der grösseren Menge von homogener Substanz, welche im Netz unter gleichzeitigem Auswachsen der Zellen der Bildung der Fibrillen vorausgeht, ist zwar nur schwer eine bestimmte Vorstellung zu gewinnen; daher kann nur das mit Sicherheit festgestellt werden, dass die Fibrillen auf Kosten einer grösseren zusammenhängenden Masse durch eine Art von Prägung entstehen [1].

Die wahrscheinlichste Annahme bleibt aber auch hier, dass die in einem gewissen Entwicklungsstadium der Netzplatte auftretende homogen erscheinende Zwischensubstanz aus einer ungleichmässig gegen die mittleren Theile der mächtig auswachsenden Bildungszellen fortschreitende Metamorphose der Zellsubstanz entsteht. Die aus der Verschmelzung der metamorphosirten Zellsubstanz entstandene Platte wird dann erst secundär unter fortschreitender fibrillärer Umbildung von glattrandigen Löchern durchbrochen.

Was das Wachsen des Bindegewebes und Sehnengewebes anbelangt, so beträgt nach Harting [2] die Breite der Fibrillen beim Fötus 0,0010—0,0014 Millim., beim Erwachsenen 0,0007—0,0017 Millim., da also die Fibrillen sich nicht verdicken, muss ihre Zahl wachsen. In den Sehnen ist das formlose Bindegewebe zwischen den Sehnenbündeln mächtiger. Die Sehnenbündel nehmen an Dicke, aber auch an Zahl zu. In Bezug auf die letztere Thatsache hat Obersteiner [3] die Stellen, von welchen die Neubildung ausgeht, theils zwischen den alten Bündeln und dem umhüllenden Bindegewebe, theils im umhüllenden Bindegewebe selbst nachgewiesen.

Ueber die Entwicklung des Reticulum und der adenoiden Substanz der Lymphdrüsen aus einem aus gleichförmigen Zellen zusammengesetzten embryonalen Bindegewebe liegen Angaben von Sertoli [4] vor.

Was das Ligamentum pectinatum Iridis betrifft, so sieht man bei fünfmonatlichen menschlichen Embryonen noch deutlich die Zusammensetzung des Balkengewebes aus verzweigten abgeplatteten und in ihrer Substanz glatt und dicht gewordenen Zellen, in welchen Balken noch Reste der später verstreichenden Kerne zu sehen sind.

Was die Genesis der elastischen Fasern betrifft, so wurden darüber im Laufe der Zeit sehr verschiedene Ansichten ausgesprochen. Die Entstehung aus Kernen, welche Henle vor langer Zeit wahrgenommen zu haben glaubte,

1) Einer brieflichen Mittheilung Babuchin's an Stricker entnehme ich, dass Babuchin im Gallertgewebe von Fischen sich von dem Auswachsen der Zellen zu Fibrillen überzeugt haben will. Er giebt aber an, dass das, was er Fibrillen nennt, unter Umständen sich gegen den Kern der Zelle contrahirte, diese dadurch rund wurde und nun anfing, von neuem bewegliche Fortsätze auszuschicken. Das letztere ist für mich der stärkste Beweis dafür, dass es Babuchin in seinen Objecten nicht mit Bindegewebsfibrillen zu thun hatte.

2) Recherches micrometriques sur le developpement des tissus etc. 1845. p. 53.

3) l. c. 4) Wiener Akademie. Sitzungsberichte. Bd. 54. p. 149.

wurde von Henle[1] selbst wieder in Abrede gestellt. Man überzeugte sich auch, dass sie nicht nach der von Donders[2] angegebenen Weise aus Zellen sich entwickeln.

Man stiess vielmehr, soweit man sie bis jetzt zurückverfolgte, gleich auf eine Faseranlage (Henle[3], Reichert[4], H. Müller[5]).

Bemerkenswerth ist, dass die einmal angelegten Fasern sich verdicken.

Fettzellen im Bindegewebe. An verschiedenen Stellen des Thierkörpers beherbergt das Bindegewebe in gehäufter Zahl Zellen, welche dadurch ausgezeichnet sind, dass sie bei ziemlich ebenmässig entwickelten Durchmessern sehr gross sind und in ihrem Innern einen grossen, die Zelle ausfüllenden Fetttropfen enthalten. Der Durchmesser dieser Zellen reicht beim Menschen bis zu 0,2 Millim. Ihre Gestalt ist rund oder länglich rund. Wo solche Fettzellen in grösserer Menge ins Bindegewebe eingelagert erscheinen, sind sie in einzelne, von stärkeren Bindegewebszügen gesonderte Gruppen abgetheilt (Fettläppchen). Jedes dieser Läppchen erhält seine Gefässe, die mit ihren Verästelungen von der Oberfläche des Läppchens mit feineren Bündeln des Bindegewebes ins Innere des Läppchens gelangen, wo sie capillar zerfallen, so dass kleinere Gruppen oder auch einzelne Fettzellen von den Gefässschlingen umfasst werden.

Durch das Vorkommen von solchem Fettzellengewebe sind einzelne Orte des menschlichen Körpers besonders ausgezeichnet, so kommt es im subcutanen Bindegewebe als panniculus adiposus vor, der an verschiedenen Stellen des Körpers bald sehr ausgiebig (Brustdrüse des Weibes, Schamgegend, Gesäss, Fusssohle) bald weniger ausgiebig entwickelt ist, und nur an einzelnen Stellen fehlt (Augenlider, männliche Geschlechtstheile). Fettzellengewebe findet sich ferner im Netz, Mesenterium, unter dem Pericardium des Herzens und an den grossen Gefässen, um die Nieren, in der Orbita, in den Fetthöckern und Fettkörpern gewisser Thiere u. s. w.

Bei der Mästung der Thiere oder bei auftretender Fettleibigkeit beim Menschen nimmt das Fettzellengewebe an den erwähnten Stellen zu und zugleich treten noch an Stellen des Körpers, die bei weniger reichlicher Nahrungsaufnahme von Fettzellen frei bleiben, solche in grösserer Menge auf, z. B. im Bindegewebe zwischen den Muskeln.

An grossen und ausgebildeten Fettzellen kann man eine den Fetttropfen umgebende dünne Haut wahrnehmen, die glatt erscheint und zusammenfällt und sich faltet, wenn man durch Druck die Zellen zersprengt und das Fett in Tropfenform austreten macht. Auch durch Auskochen des Gewebes mit starkem Alkohol und Aether kann die gefaltete Hülle der Fettzellen dargestellt werden.

---

1) Canstatt's Jahresbericht für 1851. p. 22. I. Bd.
2) Zeitschrift für wiss. Zoologie. Bd. III. 3) l. c.
4) Müller's Archiv 1852. p. 94.
5) Würzburger Verhandlungen. Bd. X. p. 132. — Bau der Molen 1847. p. 62.

Das Fett in diesen Zellen erscheint beim Menschen schwach gelblich gefärbt. Bei verschiedenen Thieren kommen mannigfache andere Färbungen vor. Das Fett erscheint in den frischen Zellen, sowohl bei kalt- als bei warmblütigen Thieren in Tropfen. Dagegen erstarrt es durch Abkühlung, namentlich bei den letztgenannten Thieren sehr leicht. Der letztere Vorgang hat dann eine gegenseitige Abplattung der dichtgedrängt liegenden Zellen und häufig das Auftreten einer krystallinischen, meist aus büschelartig gruppirten Nadeln bestehenden Ausscheidung im Fettinhalt der Zellen zur Folge. Im letzteren Falle kommen dann die ein- oder mehrfachen sternförmigen Krystallfiguren (Henle[1]) an der Oberfläche der Fettzellen zu Stande.

Ausser den grossen mit einer glatten Hülle umgebenen Fettzellen, welche im entwickelten Fettgewebe am zahlreichsten sind, kommen aber auch noch andere Zellen vor, die kleiner sind und in welchen der Fetttropfen von einer Lage körniger Zellsubstanz umfasst wird. Die letztere bildet dann in der Profilansicht einen etwas breiteren Ring um das Fett. Solche Zellen findet man häufig an der Grenze der Fettläppchen oder während der Neubildung von Fettgewebe sei es im Embryo, sei es im Erwachsenen. Die Neubildung von Fettgewebe lässt sich sehr schön im grossen Netz bei Thieren sowohl, als auch in passenden Fällen (plötzlich Verstorbenen) beim Menschen verfolgen. Als erste Entwicklungsstufe der späteren Fettzellen sieht man kleine, runde, körnige Zellen, die mit runden Kernen versehen sind und das Ansehen junger Zellen besitzen. Im Innern dieser Zellen entstehen zuerst einzelne kleine stark lichtbrechende Tröpfchen, die sich aber sehr bald meist zu einem einzigen grösseren Fetttropfen in der Mitte der Zelle sammeln. Viel seltener gewahrt man mehrere grössere Tropfen nebeneinander.

Das Protoplasma der Zellen, in welchen sich ein solcher grösserer Tropfen einmal gebildet hat, liegt gürtelförmig um den Tropfen herum. Es ist an allen oder an den meisten Stellen von nahezu gleicher Breite. Nur dort, wo der Kern in diesen, den Fetttropfen umgebenden Protoplasmagürtel eingebettet erscheint, befindet sich eine dem Kern entsprechende Verdickung, so dass das ganze Bild der Projection eines Siegelringes vergleichbar wird.

Während der später folgenden Entwicklungsstadien wachsen die Zellen fortwährend, hauptsächlich wird der Fetttropfen grösser. Die den Fetttropfen umgebende Protoplasmaschicht behält, indem sie successive aber in viel kleinerem Verhältniss an Durchmesser verliert, als der Fetttropfen an Durchmesser gewinnt, anfänglich ihr körniges Ansehen bei. In ihr findet man stets an einer Stelle den Kern, der also mit der Vergrösserung des Fetttropfens und der Oberflächenzunahme des Protoplasmamantels immer mehr nach aussen geschoben wird. Schliesslich bleibt von dem anfänglichen Protoplasmamantel nur mehr die dünne und glatt erscheinende Hülle der entwickelten Fettzelle übrig und an dieser sitzt an irgend einer Stelle der ebenfalls etwas glätter gewor-

1) Allgemeine Anatomie p. 393.

dene, verkleinerte, aber immer nachweisbare Kern. Der letztere ist am besten an mit Müller'scher Flüssigkeit behandelten und dann carminisirten Zellen zu sehen.

Vergleicht man die Fettzellen auf ihren verschiedenen Entwicklungsstufen mit einander, so wird sofort klar, dass beim Heranwachsen der Fettzelle das ursprünglich vorhandene Protoplasma nicht bloss um den grösser werdenden Fetttropfen immer mehr und mehr ausgespannt worden sein kann; man muss vielmehr annehmen, dass in der Zeit, bis zu welcher die Fettzelle die Grenze ihres Wachsthums erreicht und sich mit der früher erwähnten Hülle umgeben hat, auch die Masse des Protoplasma wächst.

In welcher Beziehung das Protoplasma und das Fett stofflich zu einander stehen, lässt sich den directen Beobachtungen nicht entnehmen.

Sicher ist aber, dass dort, wo eine Neubildung von Fettgewebe stattfindet, zuerst eine Zufuhr von histogenetischer Substanz in Form von jungen Zellen und später von Wachsthumsmaterial für diese Zellen stattfindet.

In Folge von Hunger und Krankheiten können die Fettzellen ihr Fett verlieren und sich mit einer serösen Flüssigkeit anfüllen. Beim Kaninchen hat Czajewitz[1] in Folge von Fasten das Fett innerhalb weniger Tage schwinden gesehen, ebenso schnell soll es sich bei reichlicher Nahrung in den ursprünglichen (?) Zellen regenerirt haben.

Vom Knorpelgewebe.

Aus diesem Gewebe werden ganz oder theilweise diejenigen Theile des Thierkörpers gebildet, welche in der Anatomie seit lange wegen ihrer Formbeständigkeit und dabei doch grossen Biegsamkeit oder wegen ihrer eigenthümlichen Schnittconsistenz als Knorpel bezeichnet werden. In die Histologie ist auch die altgebräuchliche Unterscheidung von echtem (wahrem, hyalinem) Knorpel und fasrigen Knorpeln übergegangen, da sich zeigte, dass ersterer aus Zellen eingebettet in eine durchsichtige, gleichförmig erscheinende Grundsubstanz, letztere aus ähnlichen Zellen in einer von Fasern durchzogenen Grundsubstanz bestehen.

Der wahre oder hyaline Knorpel enthält in verschieden grossen und verschieden gestalteten Höhlen einer anscheinend formlosen Grundsubstanz mit Kernen versehene Zellen (Knorpelkörperchen), welche im Allgemeinen die Gestalt jener Höhlen nachahmen.

Um sich davon zu überzeugen genügt jedes feine Knorpelschnittchen, welches einem frischen Knorpel entnommen wird. Will man physiologisch frischen Knorpel untersuchen, so sind hier wie beim Bindegewebe nur indifferente Zusatzflüssigkeiten zu verwenden. Man benutzt zu solchen Beobachtungen am besten die Knorpel kaltblütiger Thiere und zwar vortheilhafter als Schnitte dünne als solche vorliegende Knorpelplättchen, welche man leicht aus den Weichtheilen isoliren kann, z. B. den processus xiphoideus, oder den epister-

1) Reichert und du Bois Archiv 1866. p. 289.

nalen Knorpel vom Frosch oder die dünnen Knorpelplatten des Brust-Schultergürtels von Tritonen.

Bei diesen Knorpeln stellen die im Innern der Höhlungen liegenden Zellen im frischen Zustande eine durchsichtige feinkörnige, die Höhlung vollständig ausfüllende, dem Protoplasma anderer Zellen ähnliche Masse dar. In derselben befinden sich eine geringere Zahl grösserer Körner und ein scharf begrenzter runder Kern, der in seinem Innern mehrere stark lichtbrechende, glänzende, grosse Körnchen enthält, welche die Grösse der im Zellenprotoplasma befindlichen meist übertreffen, so dass der Kern im Vergleich zu diesem ein grobgranulirtes Ansehen besitzt (Fig. 6). Selten erscheint der Kern hell und bläschenartig mit doppeltem Contour und einfachem Kernkörperchen. Manchmal beobachtet man zwei Kerne in einer Zelle. Wenn man die indifferente Zusatzflüssigkeit, hier wie beim Bindegewebe humor aqueus oder Serum durch destillirtes Wasser verdrängt, so sieht man zunächst eine Trübung in der körnigen Zellsubstanz auftreten, die anfänglich vorhandenen feinen Körnchen werden dabei theilweise in zusammengeballten Portionen der Zellensubstanz unsichtbar und bald macht sich eine Schrumpfung der Zelle dadurch deutlich kenntlich, dass sich dieselbe von der Wand der Knorpelhöhle ganz oder theilweise ablöst, so dass ein heller Ring zwischen der Grenze der Knorpelhöhle und der geschrumpften Zelle erscheint, oder aber die Zelle hängt noch an einzelnen Stellen an der Wand der Knorpelhöhle und ist dann unregelmässig sternförmig, solche länger und fester haftende Fortsätze der partieweise schon geschrumpften Zelle lösen sich häufig früher oder später ebenfalls, schrumpfen aber dann nicht in demselben Maasse ein, so dass auch die von der Höhlenwandung abgelöste Zelle unregelmässig begrenzt mit Ausläufern versehen erscheint. Hat sich so in Folge der Wasserwirkung ein Bild hergestellt, welches lange Zeit unverändert in derselben Weise fortbesteht, so nimmt man wahr, dass in einigen Zellen der Kern undeutlich geworden ist und nur ein matter Fleck noch seine Stelle andeutet, während er in andern auch jetzt noch deutlich begrenzt erscheint. Durch Veränderung der Einstellung gelingt es, einige der undeutlichen Kerne deutlicher hervortreten zu lassen, andere bleiben aber immer undeutlich und scheinen diese Verschiedenheiten auf der verschiedenen Lage des Kernes in der Zelle zu beruhen, vermöge welcher der



Fig. 6. Knorpel von einem Triton (frisch).

grösste Theil der letzteren bald über bald unterhalb des Kernes liegend sich darbietet. Aehnliche Veränderungen, wie sie durch Zusatz von Wasser erzeugt werden, treten an den Knorpelzellen auch auf die Wirkung von Zucker und Salzlösungen auf. Auch verdünnte Kali- und Natronlaugen und ebenso die Essigsäure bringen äusserlich ähnliche Erfolge hervor.

Man hat ferner durch Heidenhain[1] erfahren, dass auch kräftige Inductionsschläge die Knorpelzellen verkleinern, unregelmässig gestalten und ganz oder theilweise von der Höhlenwand ablösen. Das wurde von Heidenhain zuerst an den Zellen des Kopfknorpels von Froschembryonen und an Gelenkknorpeln erwachsener Frösche beobachtet. Bei den ersteren sah er dabei auch eine Sistirung der früher in den Zellen vorhandenen Molecularbewegung der Körnchen auftreten. In der geschrumpften Zelle kam es ferner zur Sammlung heller Tropfen, oder es wurden solche in die Knorpelhöhle ausgestossen. Die erste Wirkung des Inductionsstromes ist eine Trübung im Innern der Zelle, welche sich oft ganz plötzlich wie ein Schatten über die Zelle ergiesst. Die ganze Erscheinung hält Heidenhain für den Ausdruck einer eintretenden Gerinnung, wie er überhaupt die durch Inductionsschläge hervorgebrachten Veränderungen, weil er eine Rückkehr der Zelle in ihren ursprünglichen Zustand nicht beobachtete, als Folgen des eingetretenen Todes der Zelle ansieht.

Wird ein Inductionsapparat wie der früher angeführte benutzt, um auf einen ohne Zusatzflüssigkeit über eng nebeneinander befindliche Stanniolelectroden gebrückten und mit einem Deckgläschen bedeckten Schwertknorpel des Frosches (rana temporaria) einzelne Oeffnungsschläge zu appliciren, so bedarf es stets einer Reihe solcher Schläge, um eine deutliche Aenderung im Ansehen der Zellen hervorzubringen, oder es muss nach einem Schlage lange gewartet werden, um die ganz träge erfolgende Veränderung sich entwickeln zu lassen. Ganz anders verhalten sich die Zellen der Tritonenknorpel bei diesen Versuchen. Hier genügt ein einziger Schlag und die Zellen schnellen ganz plötzlich wie ein gereizter quergestreifter Muskel unter den Augen des Beobachters zusammen, ja man kann den Eisenkern aus der primären Spirale entfernen und die früher ganz aufgeschobene secundäre Spirale des Apparates beträchtlich von der primären Spirale abschieben und noch immer Stromstärken finden, bei welchen ein einziger Schlag denselben Erfolg hervorbringt. Die plötzlich contrahirte Zelle (Fig. 7) erscheint grob granulirt, dunkler als früher, der Kern ist in derselben verborgen und Veränderung der Einstellung und Betrachtung der Ränder der von der Höhle abgelösten Zelle lehrt, dass der nächste Grund des veränderten Ansehens der Zelle der ist, dass ihre Oberfläche eine maulbeerartig höckerige geworden ist. Fig. 7.

In diesem Zustande verbleiben die Zellen, mag man sie stunden- oder tagelang ab und zu beobachten; man sieht, wenn sie in der feuchten Kammer vor Verdunstung geschützt blieben, manchmal eine geringe Vergrösserung und

1) Studien des physiologischen Institutes zu Breslau. 2. Heft. Leipzig 1863. p. 1.

eine Ausglättung ihrer Oberfläche eintreten und den Kern wieder etwas deutlicher werden, immer bleiben aber die Zellen undurchsichtiger als vor dem Electrisiren und erhalten ihr ursprüngliches Ansehen nicht mehr. Versucht man es, die Knorpelstücke wieder unter die Haut des Thieres einzuschieben und so etwa eine Rückkehr derselben zur Norm herbeizuführen, so ergeben auch solche Versuche kein befriedigendes Resultat. Vierundzwanzig Stunden und länger nach der Application des Inductionsschlages haben die Zellen auch dann ihr früheres Aussehen nicht wieder erlangt. Man hüte sich, bei der zweiten Beobachtung etwa Stücke des Knorpels, welche beim ersten Versuche nicht zwischen den Electroden lagen, zur Vergleichung anzuwenden. Es muss zugegeben werden, dass eine lebendige Contraction der Knorpelzellen so lange nicht strenge bewiesen ist, so lange sich nicht ein Wechsel zwischen Ruhe und Bewegung oder amöboide Formenwechsel an denselben nachweisen lassen. Der Erfolg, welchen ein einziger Inductionsschlag an den Knorpelzellen der Tritonen hervorbringt, die zuckungsähnliche Verkleinerung macht dieselbe jedoch sehr wahrscheinlich. Auf dem warmen Tische tritt eine Veränderung der Knorpelzellen bei Fröschen und Tritonen erst ein, wenn die Temperatur bis auf 73—75° C. gesteigert wurde. Dann trüben sich die Zellen durch Ausscheidung körniger Gerinnsel. Ueber Verschiedenheiten in den Eigenschaften der Zellen des hyalinen Knorpels bei verschiedenen Thieren ist ausser dem, was wir oben über das Verhalten der Zellen beim Frosch und Triton angegeben, bisher nichts ermittelt.

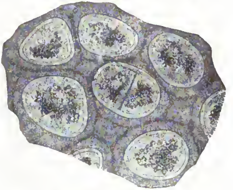


Fig. 7. Knorpel von einem Triton nach einem einzigen Oeffnungsschlag.

Bemerkenswerth sind die Beobachtungen, welche Reitz[1] an den Zellen angeschnittener Trachealknorpeln des Kaninchens in Bezug auf Narbenbildung und Verhalten bei durch Aetzammoniak hervorgebrachter Entzündung der Trachea machte. Er sah dabei die Knorpelzellen zu langen im Narbengewebe liegenden Fasern auswachsen. Im gereizten Knorpel die Zellen höckerig mit zahlreichen tiefen Einschnitten versehen, in einer Art vor Furchung. Dass Knorpelwunden durch Bindegewebe heilen, ist eine alte Beobachtung[2].

Im Allgemeinen stimmt das Aussehen der Zellen des hyalinen Knorpels

1) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 55. p. 501.

2) Siehe darüber G. H. Weber. Ausgabe von Hildebrandt's Anatomie Bd. I. p. 305. In neuerer Zeit hat Redfern darüber berichtet (Henle's Jahresbericht für 1851. p. 52. Ferner Klopsch, Zeitschrift für klinische Medicin 1855.

um so mehr mit den früher am frischen Amphibienknorpel beschriebenen Verhalten überein, je frischer sie zur Untersuchung kommen.

In ältern Leichenknorpeln erscheinen die Zellenkörper getrübt und geschrumpft, von der Wand der Höhlung meist abgelöst. Der Kern in verschiedenem Grade deutlich, bald glatt, bald körnig.

Häufig beobachtet man in den Rippen oder Kehlkopfknorpeln Zellen, welche grössere oder kleinere starklichtbrechende von dunklen Ringen umgebene, oft stark gelb gefärbte Tropfen (Fett) enthalten. Solche Tropfen befinden sich, wenn der Zellenkörper geschrumpft in der Knorpelhöhle enthalten ist, auch oft neben demselben frei in der Höhlung.

Die Zellen und die sie beherbergenden Höhlen des Knorpels sind bald durch eine grössere, bald durch eine kleinere Menge von Grundsubstanz getrennt. Sie sind ferner bald einzeln in ziemlich regelmässigen Abständen vertheilt, bald in wechselnder Zahl zu Gruppen vereinigt und als solche durch breitere Zwischenräume von einander oder von einzeln liegenden getrennt. Häufig sind zwei oder mehrere Zellen eng aneinanderliegend scheinbar in derselben Höhle zu beobachten. Die Gestalt der Knorpelhöhlen ist sphäroidisch, ellipsoidisch, oder langgestreckt und spindelförmig, oder linsenförmig platt, die letzteren beiden Formen kommen dichter gedrängt an den freien in Gelenkhöhlen aneinander beweglichen Oberflächen, oder an vielen mit dem bindegewebigen Perichondrium begrenzten Oberflächen der Knorpeln vor, und stehen dann mit ihrem kürzesten Durchmesser senkrecht auf der betreffenden Oberfläche, während man im Innern derselben Knorpel die grösseren Höhlen der erstgenannten Formen und von diesen zu den äusseren, Uebergangsformen zwischen beiden findet. An den Grenzen, wo Knorpel und Knochengewebe unmittelbar aneinanderstossen, finden sich häufig die Zellen des Knorpels sehr regelmässig in Längsreihen geordnet in der Richtung vom Knochen gegen die Oberfläche des überknorpelten Endes hin. Die Zellen in diesen Längsreihen sollen beim Verknöcherungsprocess noch besprochen werden. Selten erscheinen die Knorpelhöhlen sternförmig. Angaben darüber finden sich bei Leydig[1], betreffend den Schädel von Chimäre und verschiedenen Plagiostomen. Sternförmige Zellen will Kölliker[2] auch in Kehlkopfknorpeln des Ochsen (an weicheren Stellen?) gefunden haben.

An der Grundsubstanz des hyalinen Knorpels ist im frischen Zustande auf dünnen Schnitten oder Plättchen auch bei sehr starken Vergrösserungen oft ein durchaus gleichmässiges Ansehen vorhanden. Sie erscheint homogen. Es kommt aber bei ganz frisch untersuchten sehr transparenten Knorpeln, namentlich bei solchen, wo die Zellen dichter liegen, z. B. bei den früher angeführten Knorpeln vom Frosch und Triton auch vor, dass um die Zellen ziemlich gleichbreite helle Ringe verlaufen und die zwischen den enge liegenden Zellen hinlaufenden schmalen Balken nichts anderes darstellen, als auf je zwei

1) Müller's Archiv 1851. p. 241. 2) Gewebelehre 1867. p. 69.

neben einander liegende Zellen zu beziehende Ringstücke. Im älteren Knorpel verschiedener Thiere und des Menschen zeigt sich gleichfalls häufig, aber nicht immer ein einfacher ringförmiger oder ein aus mehreren concentrischen Ringen bestehender Hof. Sehr schön zeigen nach Max Schultze die Knorpel von Myxine diese Erscheinung. In diesen Ringen präsentirt sich der Querschnitt von um die Knorpelzellen gelegten Schalen. Es sind das die sogenannten Membranen der Knorpelzellen oder Knorpelkapseln der Autoren. Ihre Bedeutung werden wir später kennen lernen. Durch Anwendung gewisser Reagentien, z. B. verdünnter Schwefelsäure und Chromsäure (Fürstenberg)[1], oder eines Gemisches von Wasser, Salpetersäure und chlorsaurem Kali, ebenso durch Digeriren in Wasser bei 35—40° (Heidenhain)[2], in welchem Falle der Zusatz von Säuren, wie man sie braucht, um aus Bindegewebe bei niederer Temperatur Leim zu machen, sehr unterstützend wirkt, gelingt es die Grundsubstanz des Knorpels, mag dieselbe im frischen Zustande auch völlig homogen ausgesehen haben, in eine Anzahl von schalenförmig um die Zellen geordneten Streifen so vollständig zu zerlegen, dass ausser diesen nichts weiter mehr übrig bleibt. Und zwar folgen auf eine die Zelle zunächst umgebende Schale bei entwickelteren Knorpeln eine Reihe eng aneinander schliessender ähnlicher Schalen. Oder es erscheinen zwei oder mehrere nebeneinander liegende Zellen mit ihren primären Kapseln in secundäre und Gruppen der von letzteren umfassten in solche höherer Ordnung eingeschlossen. Nur bei Knorpeln mit spärlich eingestreuten Zellen kann ein Theil der mächtigen Grundsubstanz in grösserer Entfernung von den mit concentrischen Höfen umgebenen Zellen auch nach den genannten Einwirkungen unzerlegt zurückbleiben. Auch die Imbibition mit Anilinroth eignet sich zur Darstellung der Kapselschichten (Landois[3]). Ebenso lässt sich die Zerlegung sehr schön mit Goldchlorid bewirken, namentlich erhält man bei längerer Behandlung mit diesem Mittel und darauf eintretender stärkerer Reductionsfarbe sehr schöne Bilder.

Lässt man verdünnte Schwefelsäure oder auch concentrirte Salzsäure längere Zeit auf Knorpelschnitte einwirken, so lösen sich zuerst die Kapseln höchster Ordnung und successive die darauffolgenden auf. Am längsten widerstehen die die Zellen zunächst umgebenden. Auch wenn man Knorpelschnitte anhaltend kocht, bemerkt man zuerst die oben geschilderte Zerlegung der Grundsubstanz, dann successive Lösung der Kapseln in der erwähnten Reihenfolge. Alle diese Operationen führen also, wenn man sie in einem gewissen Zeitpuncte unterbricht, zur Isolirung von Zellen, die noch mit Kapseln umgeben sind. Durch die angeführten Beobachtungen werden die Ansichten Jener widerlegt, welche die hellen Ringe um die Knorpelhöhlen als ein bloss optisches Phaenomen betrachten und die Knorpelkapsel leugnen wollen (Bergmann[4]).

1) Müller's Archiv 1857. p. 1. 2) l. c. p. 23—25.
3) Zeitschrift für wisenschaftl. Zoologie. Bd. XVI. p. 11.
4) Disquisitiones microscopicae de cartilag. Mitau und Dorpat 1848.

Das schliessliche Resultat fortgesetzten Kochens ist aber, dass die Zellen selbst im coagulirten Zustande allein noch zurückbleiben (Hoppe [1]). Die durch vierundzwanzigstündiges Kochen oder nur einige Stunden dauernde Behandlung bei 120° C. aus den Knorpeln erhaltene Lösung gelatinirt beim Abkühlen wie Leim, enthält aber nicht diesen, sondern das von Joh. Müller vom Leim unterschiedene Chondrin. Die gegentheiligen Angaben von Friedleben [2] wurden von Wilkens [3] und Trommer [4] widerlegt. Die chondrogene Substanz des Knorpels quillt zum Unterschied von der collagenen Substanz des Bindegewebes nicht im Wasser. Essigsäure macht sie in einigen Knorpeln nur etwas heller, in andern trübt sie dieselbe; ein Aufquellen tritt nicht ein.

Dünne Knorpelschnitte zeigen nach 8—12stündiger Behandlung mit Osmiumsäure-Lösungen von $^1/_{40}$ % in der Grundsubstanz ein System meist geradlinig verlaufender dunkler Streifen, welche häufig einzelne Zellhöhlen mit einander verbinden. Bubnoff [5] knüpft an die Entdeckung dieser Streifen die Vermuthung, dass dieselben auf Saftkanälchen zurückzuführen sind.

Die Zerlegbarkeit der Grundsubstanz des hyalinen Knorpels in Kapseln verschiedener Ordnung oder Zellenterritorien, wie man sich auch ausgedrückt hat, zeigt, dass wir uns jene Grundsubstanz nicht als einen zwischen den Zellen erhärteten gleichmässigen Erguss einer formlosen Intercellularsubstanz vorstellen können, wie dies vor der genaueren Würdigung der berührten Thatsachen der Fall war, darauf wird bei der Entwicklung des hyalinen Knorpels zurückzukommen sein. Ob im hyalinen Knorpel noch eine von der chondrogenen Substanz verschiedene Zwischensubstanz, die sichtlich im Vergleich zur ersteren nur in geringer Menge vorhanden sein könnte, vorkommt oder nicht, ist noch nicht erwiesen.

Aus hyalinem Knorpelgewebe werden die Theile des embryonalen Skelettes gebildet, beim Erwachsenen die die Knochenenden überziehenden Knorpel in den Gelenken und Symphysen, der Processus xiphoideus, die Rippen — Bronchial-, Tracheal- und Kehlkopfknorpeln (mit Ausnahme der Epiglottis). Bei niederen Wirbelthieren, Fischen, Amphibien, bleiben zeitlebens oft beträchtliche Theile des Skelettes, welche bei anderen Thieren verknöchern, knorpelig erhalten, ausserdem kommt bei einigen Thieren Knorpel vor in Theilen, die bei anderen Thieren und dem Menschen nur aus Bindegewebe bestehen, z. B. in der Sclerotica bei Vögeln, Amphibien und Fischen.

Auch über die Reihe der Wirbelthiere hinaus liegen Angaben über das

---

1) Archiv für pathol. Anatomie. Bd. V. p. 174. — Vergleiche Mulder u. Donders in G. J. Mulder's Versuch einer allgemeinen physiolog. Chemie. — Donders in holländischen Beiträgen. Düsseldorf u. Utrecht 1846.. — Zellinsky, De telis quibusdam collam edentibus. Diss. Inaug. Dorpat 1852.

2) Zeitschrift für wiss. Zoologie. Bd. 10. p. 20.

3) Daselbst p. 467. 4) Virchow's Archiv Bd. XIX. p. 554.

5) Wiener Sitzungsberichte 1868, Aprilheft.

Vorkommen von Knorpelgewebe vor, so für die Cephalopoden, für die Mollusken Lebert und Robin [1], Claparède, Semper [2].

Ehe wir zu den Faserknorpeln übergehen, ist noch einer faserigen Umbildung der Grundsubstanz von hyalinen Knorpeln zu erwähnen, welche dieselben, nachdem sie sich kürzere oder längere Zeit nach dem Eintritt des extrauterinen Lebens vollkommen als hyaline Knorpel verhielten, schliesslich erleiden. Man kennt diese Erscheinung besonders an Rippen- und Kehlkopfknorpeln (Donders [3], H. Meyer [4]). Auf dem Querschnitt von Rippenknorpeln des erwachsenen Menschen bemerkt man fast immer Streifen oder Ringe, welche sich vor der übrigen Substanz durch ein weisses und undurchsichtiges Aussehen auszeichnen, oft besitzen sie einen eigenthümlichen Glanz. Bei der mikroskopischen Untersuchung sieht man an diesen Stellen die Grundsubstanz aus steifen, parallel nebeneinander liegenden Fasern zusammengesetzt. Sie sind unverzweigt, werden, wenn man Essigsäure einwirken lässt, nicht zum Verschwinden gebracht und gehen in die umgebende, nicht faserige Grundsubstanz ununterbrochen über. Zerreisst man ein solches Schnittchen, so brechen die parallelen Fasern an verschiedenen Stellen ihres Verlaufes und ragen dann in verschiedener Länge aus dem Bruchende hervor. Der Grund dieser im hyalinen Knorpel auftretenden Faserung ist nicht näher bekannt. Mit dieser faserigen Umbildung des Knorpels geht meistens ein Proliferationsprocess einher, so dass man die Zellen in grossen Nestern dichtgedrängt in der Grundsubstanz liegen sieht (Donders, Meyer [5]).

Faserknorpel. Die eigentlichen Faserknorpel unterscheiden sich von den hyalinen Knorpeln dadurch, dass in ihrer Grundsubstanz Fasern von bei den verschiedenen hierhergerechneten Knorpeln wechselnder Zahl, Form und chemischen Eigenschaften angetroffen werden. Der Wechsel der Brechungsindices in den feinen übereinander liegenden Fasern und ihren Interstitien, bei einzelnen Faserknorpeln noch überdies die geringe Durchsichtigkeit der einzelnen Faser bedingen es, dass selbst feine Schnitte dieser Knorpel im Vergleich mit dem hyalinen Knorpel um Vieles dunkler und undurchsichtiger erscheinen. Im auffallenden Lichte erscheinen dagegen die Faserknorpel im Vergleich mit den hyalinen mehr weiss oder gelb. Sie sind weniger brüchig, aber in gewissen Richtungen oft spaltbarer. Der letztere Umstand bedingt es, dass durch Zerzupfen solcher Knorpelschnitte eine mechanische Isolirung von Zellen leichter gelingt als beim hyalinen Knorpel.

Die Fasern der elastischen oder Netzknorpel (Fig. 8) erscheinen dunkel, ungleichmässig dick, verzweigt, oft durch sehr zahlreiche Anastomosen zu einem sehr feinen Netze verbunden, oft lassen sie grössere Maschenräume

1) Müller's Archiv 1856. p. 129.
2) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 9. p. 274.
3) Holländische Beiträge Bd. I. p. 258.
4) Müller's Archiv 1846 p. 292. 5) l. c.

zwischen sich übrig. In Bezug auf ihren Habitus und die Resistenz gegen Essigsäure und Alkalien stimmen sie dann mit den elastischen Fasern überein. Man kann sich auch an vielen Objecten (Ohrknorpel des Menschen, Epiglottis) davon überzeugen, dass diese Fasern ohne Unterbrechung in die elastischen Fasernetze des an den Knorpel stossenden Bindegewebes übergehen (Donners). Im Knorpel reichen die dichten Fasernetze oft unmittelbar bis an die Grenze der Höhlen, welche die Zellen aufnehmen, oft bleibt eine homogene Kapsel um die Zelle in Form eines hellen Ringes und überhaupt eine grössere Menge der Grundsubstanz zwischen den Fasern unterscheidbar übrig, beides kommt in demselben Knorpel neben einander vor. Da sich verschiedene Knorpel in

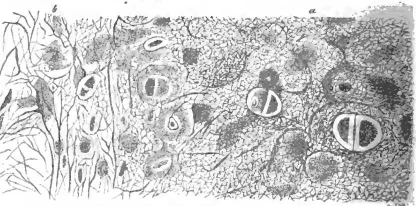


Fig. 8. Durchschnitt aus einer gekochten und getrockneten Ohrmuschel vom Menschen. *a.* Netzknorpel. *b.* Bindegewebe.

dieser Beziehung verschieden verhalten, geben die einen nur sehr wenig, die anderen mehr Chondrin beim Kochen. Die Fasermasse selbst wird beim Kochen nicht aufgelöst. Ein schönes Object zur Beobachtung des oben erwähnten Ueberganges der elastischen Fasern des Knorpels in die der Haut geben Schnitte durch eine in toto kurze Zeit gekochte, dann getrocknete Ohrmuschel vom Menschen (s. die Abbildung).

Auch die Fasern des faserknorpeligen Endes des Processus vocalis des Giessbeckenknorpels gehen unmittelbar in die elastischen Fasern des Stimmbandes über (Rheiner [1]).

Die letzteren Thatsachen sprechen gegen die behauptete Eigenthümlichkeit (Gerlach [2]) der Fasern des Netzknorpels.

Aus elastischem Faser- oder Netzknorpel besteht beim Menschen der Ohrknorpel, der Knorpel der Epiglottis, das Ende des Processus vocalis des Giessbeckenknorpels (Rheiner).

Knorpel mit Bindegewebe gemengt. Knorpelgewebe kommt auch

1) Beiträge zur Histologie des Kehlkopfes. Würzburg 1852. 2) Gewebelehre p. 124.

und zwar oft in sehr reichlichem Maasse eingesprengt in das Bindegewebe vor. Man hat daraus eine besondere Gruppe von Faserknorpeln, die Bindegewebeknorpeln zu bilden gesucht. Es ist aber jedesfalls die Auffassung dieser Bildungen als Gemenge beider Gewebe die richtigere. Solche Gemenge kommen vor in den Cartilagines interarticulares, Labra glenoidea, in den Symphysenknorpeln, an den Gelenkenden des Schlüsselbeines und den entsprechenden Gelenkflächen des Schulterblattes und Brustbeines (Henle), in den Augenlidknorpeln. Ferner hat man hierher die knorpelhaltigen Sehnen und Sehnenscheiden zu rechnen. Solcher Sehnenknorpel ist an den Knochenansätzen vieler Sehnen in der That zu beobachten. Besonders zu erwähnen ist die Achillessehne vom Frosch, in welcher grosse, mit runden Kernen versehene Zellen, die als Knorpelzellen aufgefasst wurden, in grosser Menge vorkommen (Kölliker, Lehmann [1]). Auch das Bild, welches oben von den Fingersehnen des Frosches angeführt wurde, ist hier wieder in Erinnerung zu bringen. Dasselbe kommt auch in anderen Sehnen, namentlich von Amphibien häufig vor. Hier muss aber angeführt werden, dass sich auch gegen die Deutung dieser Zellen als Knorpelzellen Stimmen erhoben haben (Gegenbaur [2]). An den Zellenreihen der erwähnten Froschsehnen ist in der That von einer chondrogenen Grundsubstanz nichts nachzuweisen. An mit Goldchlorid behandelten Präparaten sieht man die gleichmässig rothgefärbten Protoplasmamassen dicht aneinander stossen.

Parenchymknorpel. Man müsste also hier einen Knorpel ohne Zwischensubstanz (Parenchymknorpel) annehmen. Kölliker [3] hat diesen Begriff auch in die Gewebelehre einzuführen gesucht. Zu den Knorpeln ohne Zwischensubstanz rechnet er die Chorda dorsalis der Embryonen und mancher ausgewachsener Fische, viele fötale Knorpel, die Knorpel der Myxinoiden zum Theil, der Kiemenplättchen der Fische zum Theil, den Knorpel der Achillessehne vom Frosch und des Ohres mancher Säugethiere; die Knorpel der Geryonien, Anneliden, Cephalophoren und von Limulus. Diese Gruppirung leidet aber an entschiedenen Gebrechen. Kölliker unterscheidet zwischen einer aus chondrogener Substanz bestehenden Kapsel oder Membran der Knorpelzelle und einer besonderen zwischen den Zellen vorhandenen aber auch chondrogenen Intercellularsubstanz. Insofern wir aber alle chondrogene Substanz des Knorpels auf Kapseln zurückführen, wird eine Reihe der von Kölliker angeführten Knorpel ohne Zwischensubstanz zu den hyalinen Knorpeln zu rechnen sein. Wie weit man andererseits berechtigt ist, von nackten Knorpelzellen und daraus zusammengesetzten Parenchymknorpeln zu reden, ist noch nicht ausgemacht.

Man kann sich hier nur von embryologischen und vergleichend anatomischen Erfahrungen leiten lassen und so z. B. von Knorpelanlagen, von Primordialzellen des Knorpels und daraus zusammengesetzem Gewebe sprechen.

1) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie Bd. 14 p. 109 Taf. 14.
2) Jenaische Zeitschrift für Medicin u. Naturwissensch. 1866 p. 307.
3) Gewebelehre. Leipzig 1867 p. 66 u. 67.

Um aber Zellen, für welche diese Erfahrungen fehlen, als Knorpelzellen zu diagnosticiren, müssten wir die innere Organisation dieser Zellen und die Unterschiede der Knorpelzellen von anderen Protoplasmamassen besser als bisher kennen. Auf ähnliche Schwierigkeiten, wie hier bei der Begrenzung des Knorpelgewebes, stösst man überhaupt sehr häufig, wenn es sich um die Identificirung von Zellen handelt. Versucht man, ob an den angeführten Zellen in der Achillessehne des Frosches oder in den Fingersehnen bei Fröschen, ferner bei Tritonen mit Hülfe von Inductionsschlägen dieselben Erscheinungen hervorgebracht werden können, wie an den Zellen des hyalinen Knorpels derselben Individuen, so bemerkt man, dass dies nicht der Fall ist.

Entwicklung des Knorpels. Der hyaline Knorpel hat als ein in den meisten Fällen aus ziemlich ebenmässig entwickelten Zellen zusammengesetztes Gewebe eine unverkennbare Aehnlichkeit mit den ersten Anlagen für alle Thiergewebe sich bewahrt.

Durch Rathke's [1] am Hühnchen und Kölliker's [2] an Froschlarven angestellte Untersuchungen weiss man auch, dass die noch mit Dotterkörnchen gefüllten Embryonalzellen, indem sie sich allmählich vergrössern, aufhellen und schliesslich durch Streifen einer homogen und durchsichtig erscheinenden Substanz deutlich auseinander gedrängt werden, unmittelbar in die ersten embryonalen Knorpelanlagen übergehen.

Ist die Grundsubstanz einmal deutlich von den früher eng aneinander grenzenden Zellen zu unterscheiden, so bildet sie um jede Zelle einen homogenen hellen Ring und zwischen den Ringen laufen feine Linien nach Art der Epithelgrenzen hin. Zu dieser Zeit besteht also der Knorpel aus Zellen, welche von polyedrischen Kapseln eingeschlossen sind. Es braucht hier auch keiner besonderen Kunstgriffe, um die Zellen mit ihren Kapseln vollständig zu isoliren. Rippenknorpeln von jungen Schaf- oder menschlichen Embryonen, die in Müller'scher Flüssigkeit lagen, können in diesem Zustande durch Zerzupfen leicht zerlegt werden.

Verfolgt man die Entwicklung der Knorpel weiter, so ist zunächst die Fähigkeit der Knorpelzellen, sich zu theilen, hervorzuheben. In Theilung begriffene oder sichtlich durch Theilung entstandene Zellen trifft man nicht nur in embryonalen Knorpeln häufig, sondern auch in den Knorpeln Erwachsener. Man beobachtet zunächst Zellen mit zwei Kernen. Es liegen auch Angaben über Duplicität des Kernkörperchens vor. Es ist auch nicht schwer, an den Knorpeln von Froschlarven sich davon zu überzeugen. Auch wollen Einige direct die Theilung des Kernes beobachtet haben (so neuestens noch Kölliker [3]). Es scheint aber, dass nur die bereits aufgetretene Duplicität des Kernes häufig und leicht zu beobachten ist (Frey [4], Heidenhain [5]). Es ist nicht

1) Froriep u. Schleiden's Notizen Bd. II. 1847 p. 305

2) Microscopische Anatomie II. p. 349. 3) Gewebelehre Leipzig 1867 p. 24.

4) Histologie und Histochemie. Leipzig 1867 p. 204. 5) l. c.

sicher zu entscheiden, ob dabei statt eines resorbirten Kernes zwei neue entstanden, oder nur die Theilung des Kernes wegen ihrer Raschheit den Augen des Beobachters entzogen blieb (HEIDENHAIN). Sehr schön lässt sich dagegen die Theilung der Zelle selbst verfolgen, sie beruht auf der Ausbildung einer die Zelle umgreifenden Furche. Man darf sich aber nicht vorstellen, dass die Furchung zunächst zu zwei in einer gemeinsamen Kapsel liegenden kernhaltigen Protoplasmaklümpchen führt. Man sieht vielmehr immer, dass sich der Durchfurchung des Protoplasma meistens auch die Bildung einer Kapselscheidewand für die Tochterzellen sehr innig anschliesst. Liegen die Zellen, welche man beobachtet, auch noch so nahe aneinander, so findet man doch, wenn man dieselben durch eines der oben angeführten Mittel von den Wandungen der Höhle ablöst, auch schon die Höhle durch eine dünne Scheidewand in zwei Abtheilungen gebracht. Es geht also die Differenzirung in der ganzen Furchungsebene sehr rasch vor sich. Die Tochterzellen können nun vollständige Kapseln um sich bilden, diese können allmählich an Dicke zunehmen und sowohl von der Kapsel der Mutterzelle, als auch dort, wo sie selbst aneinander stossen, voneinander deutlich zu unterscheiden sein.

Die durch Theilung entstandenen Tochterzellen können in gleicher Weise eine neue Nachkommenschaft erzeugen, dabei nehmen die von den Kapseln der Mutterzellen umgrenzten Räume zu.

Die Zellen erscheinen dann gruppenweise auf grössere Entfernung aus einander geschoben und es sind nur mehr die jüngsten Kapseln deutlich zu sehen. Erst durch die Anwendung jener Mittel, die oben angegeben wurden, entfaltet sich wieder das Bild ineinandergeschachtelter Kapseln, in welche dann die ganze Grundsubstanz zerlegt erscheint.

Untersucht man die Bilder, welche der embryonale Knorpel im Vergleich zu entwickeltem Knorpel Erwachsener weiter darbietet, so muss noch angenommen werden, dass auch dieselbe Zelle, ohne sich zu theilen, eine Reihe von Kapselgenerationen produciren könne, indem an die zuerst gebildete von innen immer neue sich anschliessen, während die äusseren an Ausdehnung zunehmen und ihre Grenzen sich verwischen. In solchen Knorpeln erscheinen dann die Zellen spärlicher und ist die Grundsubstanz des so gebildeten Knorpels häufig auch künstlich nur noch in der Umgebung der Zellen in concentrische Ringe zu zerlegen. Es können in entwickelten Knorpeln ferner gleichzeitig sowohl geschichtete Mutter- als auch Tochterkapseln beobachtet werden.

Die Beobachtung der Entwicklung des Knorpels lehrt uns also, dass in der ersten Anlage des Knorpels hüllenlose Zellen, Primordialzellen allein vorhanden sind. Die sog. Grundsubstanz, oder chondrogene Substanz des Knorpels entsteht secundär. Ueber die Beziehungen der letzteren zu den ersteren sind die Ansichten getheilt.

Man sieht einerseits die chondrogene Substanz als eine reine Intercellularsubstanz an, welche entweder von aussen zwischen die Zellen gelangt, oder aber ein Sekret der Zellen selbst ist. Zur Erklärung der Knorpelkapseln (incl.

der jüngsten) muss dann angenommen werden, dass die Intercellularsubstanz in der Umgebung der Zellen selbst durch einen eigenthümlichen (?) Verdichtungsprocess von der übrigen Intercellularsubstanz differenzirt wird (Aeby [1]).

Ganz entgegen der angeführten Anschauung von der Bedeutung der Grundsubstanz hat zuerst Remak [2] die Ansicht entwickelt, dass die junge Knorpelzelle mit zwei Membranen versehen sei, von welchen die innere dem Primordialschlauch der Pflanzenzelle entsprechen sollte. Bei der Theilung der Zellen ist nur die letztere betheiligt. Zwischen der äusseren Membran und der inneren, oder zwischen der ersteren und den Tochterzellen, und zwar zunächst an der inneren Seite der äusseren Membran lagert sich Knorpelsubstanz ab, es entstehen auf diese Weise die Knorpelblasen. Jede neuentstandene Tochterzelle bildet zunächst wieder eine Aussenmembran und auf der inneren Seite dieser lagert sich, während die Zelle wieder fortfahren kann sich zu theilen, aufs Neue Knorpelsubstanz ab, es entstehen so eingeschachtelte Generationen von Knorpelblasen. Durch Verschmelzung der so entstandenen Knorpelschichten untereinander und Schwinden der Zellenmembranen, die zur Auflagerung derselben dienten, entsteht die Grundsubstanz des Knorpels, die also eine intracelluläre Bildung ist und »Parietalsubstanz« genannt werden könnte. Es ist leicht ersichtlich, dass die Vorstellungen Remak's noch sehr unter dem Eindrucke der damals gangbaren Zellentheorie stehen. Sieht man aber von Remak's hypothetischen zwei Membranen ab, so entspricht das von ihm geschilderte Auftreten der chondrogenen Substanz und ihr Verhältniss zu den Zellen ziemlich genau den Vorgängen bei der Entwicklung des Knorpels und den Bildern, welche man durch Zerlegung des reifen Knorpels erhält.

Fürstenberg, dem die letztere zuerst gelang, fasste die Schichten der chondrogenen Substanz selbst als verdickte Zellmembran auf und zeigte, dass in gewissen Knorpeln die ganze Grundsubstanz nur aus solchen auf Mutter- und Tochterzellen zu beziehenden verdickten Membranen gebildet wird. Auch Kölliker [3] sieht die Knorpelkapsel als Zellmembran und zwar als Analogon der secundären Membran der Pflanzenzelle an. Bei einzelnen Knorpeln setze sich die Grundsubstanz nur aus diesen zusammen, bei anderen dagegen, in Fällen, in welchen dann auch die Zerlegung in Zellenterritorien nicht vollständig gelänge, bilde sich ein grosser, oft der überwiegende Theil der Grundsubstanz als reine Intercellularsubstanz zwischen den Zellmembranen. Kölliker's Deutung leidet augenscheinlich daran, dass sie für eine und dieselbe Substanz, die chondrogene, einen doppelten und so gründlich verschiedenen Entwicklungsmodus aufstellt. Dass ein solcher existirt, ist nicht wahrscheinlich. Bleibt man consequent bei Fürstenberg's Ansicht, welche für viele Knorpel direct zu beweisen ist, so ist es leicht sich vorzustellen, dass in jenen Fällen, wo die Zerlegung der Grundsubstanz nicht vollständig gelingt, eben auch nach der Wirkung des Reagens ein Theil der ursprünglichen Zellgrenzen

1) Zeitschrift für rationelle Med. Bd. IV 3 R p. 43.
2) Müller's Archiv 1852 p. 69. 3) Gewebelehre 1867 p. 64.

verstrichen bleibt, sowie sie in den meisten Knorpeln vor der Wirkung des Reagens ebenfalls unkenntlich waren. Es fragt sich aber jetzt noch, ob wir uns die Kapselgenerationen, aus welchen die Grundsubstanz des Knorpels zusammengesetzt ist, als von der Oberfläche der Mutter- und Tochterzellen ausgehende Neubildungen, oder aber als metamorphosirte Oberflächenschichte des Zellenprotoplasmas selbst vorstellen sollen. Das letztere ist Max Schultze's, Brücke's und Heidenhain's Ansicht. Die beiden letzteren Forscher machen aber auch auf die Schwierigkeit aufmerksam, die gegentheilige Ansicht zu widerlegen. Heidenhain weist auf die Fälle hin, wo winzige Zellen von mächtig geschichteten Kapseln umgeben sind. Es müsste untersucht werden, ob einzelne Zellen ganz der chondrogenen Metamorphose anheimfallen können, und sich auf diese Weise erklären lasse, dass oft die Grundsubstanz in grösserer Ausdehnung zellenfrei zu beobachten ist.

Nach Harting's Untersuchungen am Rippenknorpel nehmen die Knorpelhöhlen während der Fötalperiode und nach der Geburt an Umfang zu. Die Zahl der Knorpelhöhlen ist beim Neugeborenen 3—4mal grösser als beim Fötus, beim Erwachsenen aber kaum halb so gross als beim Neugeborenen. Beim Erwachsenen finden sich mehr gruppenweise angeordnete Zellen als beim Neugeborenen, bei diesem mehr als beim Fötus.

Was das Längen- und Dickenwachsthum der permanenten Knorpel anbelangt, so ist dasselbe noch wenig genau bekannt. Dass vereinzelte Zellenbildung im Innern einer grösseren Knorpelmasse ein Wachsen zur Folge habe, kann man nicht annehmen.

Anders wird es sich verhalten, wenn die Theilungsvorgänge an der Oberfläche oder zwischen zwei bestimmten Durchschnittsebenen, oder in der ganzen Masse eines Knorpels sich oft wiederholen. Wachsthumserscheinungen der letzteren Art sind, wie wir später sehen werden, an ossificirenden Knorpeln sehr schön zu beobachten. Ob eine Auflagerung neuen Knorpels auf den alten vom Perichondrium aus vorkomme, wie von einigen Autoren angenommen wurde, bedarf noch genauerer Untersuchung. Es ist in neuester Zeit wieder darauf aufmerksam gemacht worden (Brenoff), dass die Knorpel von Gefässen durchsetzt sind, deren Adventitia zuweilen verknorpelt. Demgemäss muss auch untersucht werden, wie sich die Wände der Knorpelkanäle, in welchen die Gefässe verlaufen, zur Neubildung verhalten.

Die Netzknorpel entstehen anfänglich als hyaline Knorpel. Beim Menschen ist der letztere Zustand noch bis zum dritten und vierten Monat des fötalen Lebens vorhanden. Im fünften Monat findet man bereits die Fasern. Es konnte hier, wie bei den elastischen Fasern des Bindegewebes, die Bildung der Fasern nur bis zu einer feinen Faseranlage in der Grundsubstanz zurückverfolgt werden (Rathke [1], Rabl-Rückhardt [2]).

Verkalkter Knorpel. Der hyaline Knorpel nimmt häufig Kalksalze in seine Grundsubstanz auf.

[1] l. c. [2] Reichert und du Bois Archiv 1863 p. 41 u. f.

Wir werden später eine solche Verkalkung von echten Knorpeln im embryonalen Skelettknorpel als ein Stadium der Vorbereitung für die intracartilaginöse Entstehung von Knochengewebe näher kennen lernen. Es kommt aber auch Verkalkung von echten Knorpeln vor, die dann zeitlebens im verkalkten Zustande persistiren. Solcher Knorpel wurde zuerst von J. Müller[1] in der Rinde des Plagiostomenskelettes genauer beschrieben als pflasterförmiger, verkalkter Knorpel.

Verkalkter Knorpel kommt ferner, wie H. Müller[2] zeigte, als bleibende Bildung vor an den Stellen, wo Ossificationslinien des embryonalen Skelettknorpels sich begrenzen, als: unter den Gelenkknorpeln, an der Verbindung der Rippen mit den Rippenknorpeln, an den Wirbel- und Beckensynchondrosen, nur selten berühren sich echter Knochen und unverkalkter Knorpel unmittelbar.

Verkalkung tritt auch in solchen Knorpeln ein, welche erst, wie z. B. die Kehlkopf- und Trachealknorpeln in höherem Alter verknöchern. In solchen Knorpeln findet man häufig an jenen Stellen, wo schon für das blosse Auge und den Tastsinn Erden eingesprengt erscheinen, bei der mikroskopischen Untersuchung noch keinen echten Knochen, sondern einfach verkalkten Knorpel. Netzknorpel verkalkt nur ausnahmsweise bei gewissen Thieren, z. B. beim Hund (H. Müller[3]).

Vom Knochengewebe.

Das Knochengewebe bildet beim Menschen den hauptsächlichsten Bestandtheil der Knochen des Skelettes und das Cement der Zähne. Das gleiche ist bei den Wirbelthieren der Fall. Nur eine Reihe von Knochenfischen besitzen in ihrem Skelette statt des echten Knochengewebes eine homogene oder faserige, von dentinartigen Röhrchen durchzogene osteoide Substanz, die zu wirklichem Zahnbein werden kann (Kölliker[4]). In der ganzen Reihe der Wirbelthiere hat das Knochengewebe eine weitere Verbreitung, da gewisse Theile, welche sonst aus Weichgebilden zusammengesetzt sind, Haut, Sehnen, Sklerotica, bei gewissen Thieren Knochengewebe enthalten. Pathologisch tritt das Knochengewebe auch beim Menschen in einzelnen Weichgebilden auf.

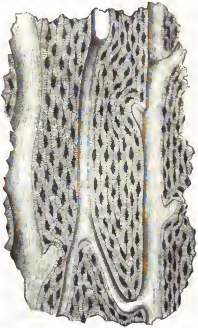
Bau des Knochengewebes. Histologisch unterscheidet man im Knochengewebe zunächst zwischen der Grundsubstanz und den Knochenkörperchen. An den oft sehr geeigneten dünnen Knochenplättchen aus pathologisch auftretenden Verknöcherungen, oder an Plättchen vom Pflugscharbein, den Thränenbeinen u. s. w., oder an feinen, aus einem grösseren Knochen gefertigten Schliffen kann man sich, wenn man dieselben bei durchfallendem Lichte unter das Mi-

1) Poggendorf's Annalen 1836 p. 347.

2) Zeitschr. für wissensch. Zoologie Bd. 9 p. 54. 3) Würzburger naturwissenschaftl. Zeitschr. Bd. I p. 92. 4) Ueber verschiedene Typen in der mikroskopischen Structur des Skelettes der Knochenfische. Aus dem IX. Bande der Würzburger Verhandlungen.

kroskop bringt, leicht über jene zwei Bestandtheile des Knochengewebes orientiren. Die Körperchen sieht man als dunkle, schwarze Figuren, die aus einem grösseren mittleren, elliptischen und dann breiter erscheinenden oder den Durchschnitt einer Biconvexlinse nachahmenden und dann schmäleren Felde bestehen, von dem zierliche, sich verschmälernde und verzweigende Adern (Kalkkanälchen) auslaufen. Von verschiedenen Feldern ausgehend vereinigen jene Ausläufer sich unter einander (Kruckenberg [1]), und verbinden so auch die dunklen Felder mit einander.

Die dunkle Zeichnung ist eingetragen in eine hellere Grundsubstanz (Fig. 9). Die von den Körperchen durchsetzte Substanz erscheint entweder ganz gleichförmig in Gestalt einer Platte, oder es erscheint dieselbe von verschieden gestalteten Lücken durchbrochen, welche oft so gross und zahlreich sind, dass nur ein sie umgrenzendes Netz dickerer oder dünnerer von Knochensubstanz gebildeter Balken übrig bleibt, oder die Lücken nehmen ein relativ kleines Areal ein und die sie umgrenzende Substanz ist dann durch parallel verlaufende gerade, oder in sich zurücklaufende krumme Linien in eine Reihe von bandartigen Streifen zerlegt, denen sich die Körperchen ziemlich regelmässig reihenweise anschliessen.


Fig. 9. Längsschliff aus der menschlichen Ulna.

Die von den Körperchen herrührende dunkle Zeichnung der beschriebenen Bilder erscheint ebenso zierlich weiss und glänzend, wenn man, anstatt im durchfallenden Lichte, bei auffallendem untersucht.

Die Knochenkörperchen und Kalkkanälchen wurden zuerst von Purkyne und Deutsch [2] beschrieben. Den Zusammenhang beider wies Joh. Müller [3] nach, der zugleich die Ansicht aussprach, dass das ganze System dieser Körperchen und Kanälchen mit Kalk gefüllt ist, wesshalb dieselben auch durch einige Zeit als corpuscula und canaliculi chalicophori bezeichnet wurden.

Die Grundsubstanz des Knochens, die oft, wie aus dem Früheren hervorgeht, ein ausgesprochen lamellöses Gefüge zeigt, ist brüchig und

1) Müller's Archiv 1849 p. 412.
2) De penitiori ossium structura. 1834.
3) Müller's Archiv 1836 p. 6.

spröde und ertheilt demselben seine eigenthümliche Consistenz. Wird ein Knochenstück mit verdünnten Säuren behandelt, welche die Kohlensäure aus ihren Verbindungen mit Kalk austreiben und den letzteren sowohl als auch unlösliche Phosphate in lösliche Verbindungen überführen, so erweicht dasselbe unter Beibehaltung seiner Form. Der erweichte Rückstand der Grundsubstanz stellt die organische Grundlage derselben, den sogenannten Knochenknorpel, das Ossein dar. Das letztere wird durch Kochen mit Wasser, aber langsamer als das Collagen des Bindegewebes in Leim verwandelt (Kühne [1]).

Mit Säuren extrahirte und so erweichte Knochen eignen sich zur Anfertigung von feinen Durchschnitten für die mikroskopische Untersuchung und man sieht an solchen wieder das früher beschriebene Bild, nur erscheinen die Knochenkörperchen jetzt auch im durchfallenden Lichte heller als die Grundsubstanz.

Wird kalkhaltiger Knochen lange anhaltend gekocht, so wird ihm die organische Substanz zum grössten Theile oder vollständig entzogen und es bleibt in der Form des ursprünglichen Knochens die Knochenerde zurück, die, wie chemische Untersuchungen lehren, in verschiedenen Knochen eines Thieres oder in den Knochen verschiedener Thiere ein wechselndes Gemenge aus kohlensaurem Kalk, dreibasisch phosphorsaurem Kalk und Magnesia, aus Fluorcalcium, Chlornatrium und Spuren von Sulphaten und Kieselerde darstellt. Die auf die eben angegebenen Weisen trennbaren organischen und mineralischen Bestandtheile der Knochengrundsubstanz sind im frischen feuchten Knochen oder im getrockneten Knochen so innig mit einander verbunden, dass sie in der Grundsubstanz auch bei starken Vergrösserungen nicht getrennt von einander, die eine etwa in der Form eines körnigen Niederschlages in die andere eingesprengt, beobachtet werden können.

Es ist nicht sicher ermittelt, ob man es in der Knochengrundsubstanz nur mit einer innigen mechanischen Mengung beider, oder mit einem aus beiden complicirten Molekül zu thun hat [2]).

Bei noch wenig aufgeklärten Krankheitsprocessen (Rhachitis, Osteomalacie) werden die Knochen unter Abnahme ihrer Minerale, aber gleichzeitigen anderweitigen Structurveränderungen weich, biegsam und schneidbar, während die Knochen alter Individuen unter gleichzeitigen Zeichen von Atrophie (Verdünnung, Erweiterung ihrer Höhlungen) mineralreicher, weniger elastisch und brüchig erscheinen.

Als gröbere mikroskopische Formen der Knochengrundsubstanz sind, wie schon erwähnt, Plättchen, faserähnliche Züge, Balken und geschichtete Lamellen

---

1) Physiologische Chemie. Leipzig 1866 p. 391.

2) Nach Milne Edwards des jüngeren (Annales des sciences nat. 4 S. T. 13. p. 113) Untersuchungen geben verschiedene Knochen ziemlich constante Verhältnisse von Ossein und Knochenerde. Mit dieser Behauptung stehen aber nicht die Ergebnisse aller bisher angestellten Knochenanalysen im Einklange. Bei Fütterung von Thieren mit nichtgewohnter Nahrung, z. B. Ausschaltung des Fleisches aus dem Futter der Fleischfresser, selbst wenn gleichzeitig Knochen mit stickstofflosen Nahrungsmitteln verabreicht werden, sollen die Knochen mineralärmer werden.

nachzuweisen. Das Bild, welches man in einem bestimmten Falle zur Ansicht bekommt, ist abhängig von der osteologischen Bedeutung des untersuchten Knochens, von der Lage der Ebene, in welche bei einer gegebenen Lage dieses Knochens der Schliff oder Schnitt fällt, und von dem Ort der untersuchten Stelle in dieser Ebene.

Die Osteologen bringen die Knochen bekanntlich in verschiedene Abtheilungen. Es werden lange oder Röhrenknochen, platte Knochen und kurze Knochen unterschieden. Diesen Abtheilungen entsprechend stossen wir auf eine verschiedene Anordnung unseres Gewebes in den Knochen. An den kurzen Knochen und den Apophysen der Röhrenknochen bildet das Knochengewebe an der Oberfläche eine dünne Lage compacter Substanz; im Innern aber unter verschiedenen Winkeln gegen einander geneigte Plättchen, zwischen denen die mit gefässtragendem, Mark- und Fettzellenhaltigem Bindegewebe gefüllten Markräume übrigbleiben. Die Substanz erscheint also dort spongiös. An den platten Knochen liegen, den beiden grösseren Begrenzungsflächen entsprechend, an der Oberfläche Tafeln compacter Substanz, zwischen beiden Knochensubstanz in spongiöser Anordnung. Am mächtigsten ist die compacte Knochensubstanz in den Diaphysen der Röhrenknochen, geht aber auch dort in den innern, die grosse Markhöhle dieser Knochen umgebenden Theilen und zwar je näher der Apophyse, um so mehr, in die spongiöse Anordnung über.

In der compacten Substanz der Röhrenknochen treten auf feinen Schliffen oder auf Schnitten durch entkalkten Knochen einzelne feinere Verhältnisse mit grosser Deutlichkeit hervor. An Schnitten oder Schliffen, senkrecht auf die lange Axe des Knochens geführt, zeigen sich grössere und kleinere runde oder schwachovale, manchmal von einer leicht ein- und ausgebogenen Linie begrenzte, nur selten in die Länge gestreckte Löcher, die Querschnitte der später zu erwähnenden Haversischen Kanälchen. Um diese bildet die Grundsubstanz des Knochens ineinandergeschachtelte, bandartige Streifen, die bei einer gewissen Einstellung an der dem Loche näheren Hälfte radiär gestrichelt und etwas dunkler als an der anderen erscheinen. Die Anzahl der von innen nach aussen folgenden Streifen ist verschieden, um die kleineren Löcher eine geringere als um die grösseren. Man hat bis zu fünfzehn gezählt.

Die um jene Löcher verlaufenden Bandsysteme werden von ähnlichen, die sich den äusseren Grenzen des Knochens anschliessen, umfasst, so dass man die letzteren als solche höherer Ordnung von den ersteren unterscheiden kann. Da aber die Systeme erster Ordnung bald näher bald weiter entfernt von der Oberfläche des Knochens aufhören, ist die Anzahl der mit der Oberfläche parallelen nicht im ganzen Umkreise des Knochens dieselbe, sondern dort eine kleinere, wo die Systeme erster Ordnung näher an die Oberfläche reichen; nur die über die oberflächlichsten Systeme erster Ordnung hinlaufenden umfassen den Knochen vollständig (Tomes and de Morgan [1]). Die

1 Philosoph. Transact. 1853 T. I p. 109.

Räume, welche zwischen den rings um die Haversischen Kanälchen concentrisch verlaufenden Systemen im Innern des Knochens übrigbleiben und drei-, vier- oder mehreckige Felder mit eingebogenen Seiten darstellen, werden von einer in gleicher Weise gebändert erscheinenden Schaltmasse ausgefüllt. Die Schaltsysteme laufen meistens auch der Oberfläche des Knochens parallel, es kommt aber auch vor, dass sie zwei gegenüberliegenden Grenzen der von ihnen gebildeten Felder parallel laufen und auf den anderen senkrecht stehen. Oder es treten in den Feldern selbst wieder Scheitel von Curvensystemen auf, deren Elemente die Richtung der geschlossenen Systeme unter verschiedenen Winkeln durchschneiden, wie Fig. 10 zeigt.

Oft stossen aber auch die concentrisch liegenden Systeme erster Ordnung etwas gegen einander abgeplattet ohne Schaltmasse dicht aneinander. Das letztere ist nur selten in den Röhrenknochen des Menschen, das erstere bei Thieren gewöhnlich der Fall.

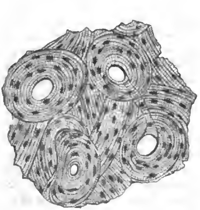


Fig. 10. Aus dem Oberschenkelknochen vom Menschen (Querschnitt) mit Salzsäure entkalkt.

Frey[1] nennt die concentrischen Systeme erster Ordnung Special- oder Haversi'sche Lamellen, die anderen General- oder Grundlamellen. Bezeichnender ist es zwischen Haversi'schen Lamellen, Schaltlamellen und umfassenden Lamellen zu unterscheiden.

Die beschriebenen geschlossenen oder offenen Bandsysteme auf dem Knochenquerschnitte sind die Querschnitte von Lamellen, welche um längslaufende und netzartig anastomosirende Kanäle angeordnet sind, deren Querschnitte die früher beschriebenen Lücken darstellen. Davon überzeugt man sich auf Längsschliffen oder Schnitten von Röhrenknochen (Fig. 9). An diesen sieht man solche Kanäle lange Maschenräume zwischen sich fassen. Sie verzweigen sich entweder spitzwinklig, oder die Zweige schlagen, wenn sie sich unter grösserem Winkel entwickeln, doch sehr bald einen Verlauf ein, dass ihre Richtungen unter spitzen Winkeln auf einander stehen, oder sie sind durch meist kurze, schräg, seltener querlaufende Anastomosen mit einander verbunden, und halten einen von der Längenaxe des Knochens ebenfalls nur unter spitzen Winkeln abweichenden Verlauf ein. Es sind das die an der äusseren Oberfläche der compacten Substanz oder in die Markräume der spongiösen Substanz ausmündenden schon früher angeführten Haversi'schen oder Markkanälchen, vorzugsweise

1) Histologie und Histochemie 1867 p. 280.

bestimmt zur Aufnahme von Blutgefässen. Die Zwischenräume der Haversi'schen Kanälchen nehmen die bandartigen Längsschnitte der Lamellen ein. Man kann Stücke dieser Lamellen von der compacten Substanz an der Oberfläche der Röhrenknochen absprengen, oder auch durch Schnitte oder Schliffe parallel der Oberfläche geführt zu gewinnen suchen. Bei starken Vergrösserungen guter Mikroskope sieht man an ihnen eine scharf hervortretende punktförmige Zeichnung, nebenbei auch ein undeutliches mattes Geäder und dadurch die ganze Substanz wie in einzelne glänzende Inseln getheilt. Die punktförmige Zeichnung ist der Ausdruck kleiner, runder Löcher (Durchschnitte der später zu behandelnden Knochenkanälchen). Die regelmässigen Rhomben, welche sich Sharpey[1] an solchen Lamellen darboten und die auch Kölliker[2] an des ersteren Präparaten gesehen hat, scheinen nur unter ganz besonderen Bedingungen aufzutreten.

Aehnliches in Bezug auf die Anordnung der Haversi'schen Kanäle und Lamellen, wie in der compacten Substanz der Diaphyse der Röhrenknochen kann man auch in der compacten Masse der anderen Knochen auf in verschiedenen Richtungen durchgelegten Schliffen sehen, nur sind die Verhältnisse vereinfacht, entsprechend der geringeren Dicke der compacten Substanz. An der Oberfläche schliessen sich die Lamellen wieder den Grenzen des Knochens an. Die letzteren sind, wenn die Dicke der compacten Substanz eine sehr geringe ist, allein noch vorhanden.

Die Balken und Plättchen der spongiösen Substanz sind verschieden gestaltet, öfters ist eine sehr regelmässige Vertheilung der stärkeren Balken in der Spongiosa vorhanden, so dass eine Art von Faserung entsteht, welche eine bestimmte Richtung zu den Grenzen der betreffenden Knochen einhält. Solche Verhältnisse hat H. Meyer[3] für die Knochen der unteren Extremität des Menschen beschrieben und darauf hingewiesen, dass sie in einer Beziehung zu der statischen Bedeutung der Knochen stehen. An den verschieden gestalteten Balken und Plättchen der Spongiosa sieht man in den Stärkeren Haversi'sche Kanälchen und auf diese zu beziehende Lamellensysteme. Von den anderen erhält man, abhängig von ihrer mehr cylindrischen oder mehr flachen Gestalt und der verschiedenen Richtung, in welcher sie getroffen wurden, Eindrücke, wie sie die Flächenansicht der Lamellen der compacten Substanz darbietet, oder man sieht Streifen und Züge, die sich den Grenzen der Balken, beziehungsweise der von ihnen umfassten Markräume anschliessen.

Wir wenden uns nun zu den sogen. Knochenkörperchen und ihren Ausläufern. Was die Gestalt derselben betrifft, so ist dieselbe in den menschlichen Knochen eine länglich linsenförmige und die der Thiere sind jenen im allgemeinen sehr ähnlich. Auf der breiten Fläche der Lamellen gesehen erscheinen sie elliptisch. Mit dem schmalen Durchschnitt der Lamellen gesehen erscheinen

1 Eine Abbildung davon nach einem Präparate Sharpey's findet sich in der verbreiteten mikroskop. Anatomie von Hassall, Taf. XXX Fig. 4.

2) Gewebelehre 1867 p. 186.

3) Reichert u. du Bois, Archiv 1867 p. 615.

sie wie der Durchschnitt einer biconvexen Linse. Was ihre Lage zu den Lamellen betrifft, so sieht man sie an den Grenzen derselben, an Lamellen von kleinerem Krümmungshalbmesser gebogen, indem sie sich dort der convexen Grenzlinie anschmiegen. Was die Anzahl dieser Gebilde betrifft, so zählte Welcker[1] im Mittel für ein Quadratmillimeter Knochenquerschnitt 740 beim Menschen (schwankend zwischen 680—800), 910 giebt Harting an.

Von denselben (Fig. 11) gehen nach allen Richtungen hin, vorzugsweise aber senkrecht auf die Lamellen und in der Richtung der Markkanälchen die oben erwähnten verzweigten und anastomosirenden Ausläufer aus. Die letzteren bleiben aber nicht in einer Ebene, sondern verlaufen vielfach gebogen und man trifft darum auf einem feinen Knochenschliff dieselben sowohl der Länge als der Quere nach als auch schräg durchschnitten an, sie sind ferner entweder noch im Zusammenhange mit dem entsprechenden Körperchen, oder auch vereinzelt zu sehen, oder nur mit ähnlichen Kanälchen noch in Verbindung. Fig. 11. An geeigneten Schliffen lassen sich die feinen Kanälchen bis an die Oberfläche der Knochen oder zu den Markkanälchen und Markräumen hin verfolgen, wo sie offen ausmünden, oder sie gelangen an überknorpelte Knochenenden, um dort mit einem zugespitzten Ende blind aufzuhören.

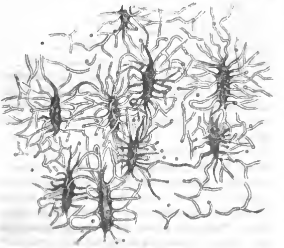


Fig. 11. Knochenkörperchen mit ihren Ausläufern aus einem feinen Schliff eines menschlichen Knochens.

Nachdem die früher erwähnte Ansicht, der zufolge die Körperchen und die davon ausgehenden Kanälchen die Namen corpuscula und canaliculi chalicophori führten, gefallen war, weil man sich überzeugte (Lessing[2]), dass im trockenen Knochen ihr dunkles Ansehen bei durchfallendem Lichte und ihr weisses Ansehen bei auffallendem Lichte ihrem Luftgehalt zuzuschreiben ist und man darum geneigt war, sie für ein im lebenden Knochen mit Flüssigkeit gefülltes Lückensystem zu halten, traten jene Gebilde durch die Untersuchungen Virchow's[3] als isolirbare Körperchen wieder in den Vordergrund. Vir-

1) Zeitschrift für rationelle Medicin. N. F. Bd. 8 p. 232.

2) Lessing, Ueber ein plasmatisches Gefässsystem in allen Geweben, insbes. in Knochen und Zähnen. Hamburg 1846.

3) Würzburger Verhandlungen I. Bd. 1850 p. 193.

chow bediente sich zur Isolirung der Knochenkörperchen der Maceration von Knochenplättchen in Salzsäure. Salpetersäure leistet dieselben Dienste (Förster[1]). Auch kann der mit Salzsäure entkalkte Knochen am besten unter erhöhtem Drucke gekocht werden; auf die letztere Weise hat F. Hoppe[2] die Knochenkörperchen aus den Hautknochen des Störes besonders schön isolirt. Virchow glaubte anfänglich entsprechend der Darstellung, welche er von den Bindesubstanzen gab, mit jenen Körperchen die Zellen des Knochens isolirt zu haben. Die Isolirbarkeit derselben bei den genannten Versuchen sollte auf der grossen Resistenz der vorausgesetzten Zellmembran gegen die Salzsäure beruhen. Jetzt weiss man, dass die Isolirung jener Gebilde nicht nur noch an trockenen Knochen, wie auch Virchow schon bekannt war, sondern sogar an lange macerirten oder mit starken Alkalien behandelten Knochen noch gelingt (E. Neumann[3]), also nach Eingriffen, welche alle Weichgebilde zu zerstören geeignet sind, und man muss deshalb annehmen, dass bei jenen Versuchen eine besonders dichte und resistente Schichte der Grundsubstanz des Knochens selbst isolirt wird, die zunächst die Wandung eigenthümlicher, die Form der sogenannten Knochenkörperchen und ihrer Ausläufer besitzender Höhlungen bildet. Bemerkenswerth für diese Auffassung sind die Erfahrungen Kölliker's[4] und Neumann's[5], dass man bei diesen Isolirungsversuchen auch häufig die Form der Haversi'schen Kanälchen nachahmende isolirte Scheiden erhält. Die Frage, welchen Inhalt jene Höhlungen im lebenden Knochen enthalten, ist, so allgemein gestellt, nicht leicht zu beantworten.

Nach einer erst kürzlich veröffentlichten Mittheilung will sich Klebs[6] überzeugt haben, dass der Inhalt derselben in älteren Knochen schon im ganz frischen Zustande gasförmig ist. Er stützt sich dabei vorzüglich auf das auch im frischen und unter Wasser präparirten Knochen erscheinende dunkle Aussehen der Knochenkörperchen im durchfallenden Lichte, ferner darauf, dass durch Auspumpen eine grössere Menge Gas aus dem Knochen gewonnen werden kann und endlich darauf, dass Kalilauge die Knochenkörperchen unter verfolgbaren Erscheinungen der Absorption der in ihnen enthaltenen Luft (CO_2) hell macht.

Nur wo der Knochen an Weichtheile stösst oder im fötalen Knochen zeigen die Knochenkörperchen keine Luftfüllung. In der That ist es an manchen Objecten nicht schwer sich zu überzeugen, dass kernhaltige zellige Gebilde die Knochenhöhlen ausfüllen (Donders[7], Kölliker[8], Rouget[9], Beale[10]).

Hiezu eignen sich die grösseren Knochenhöhlen embryonaler Knochen, oder die in jüngeren Knochenschichten unter dem die Knochen begrenzenden

1) Archiv für patholog. Anatomie Bd. XVIII p. 70.
2) Archiv für patholog. Anatomie Bd. V p. 179 u. 181.
3) Beiträge zur Kenntniss des normalen Zahnbein- und Knochengewebes. Königsb. 1863. p. 12. 4) Mikroskopische Anatomie p. 83. 5) l. c.
6) Centralblatt für die medic. Wissenschaften 1868 p. 81.
7) Mulder, Versuch einer physiolog. Chemie p. 595.
8) Mikroskopische Anatomie Bd. II p. 297.
9) Journal de la Physiologie 1858 p. 764. 10) l. c. p. 128.

bindegewebigen Periost befindlichen in der That am meisten. Vorzüglich gelangt man zu günstigen Resultaten an mit schwachen Säuren (Chromsäure, oder einem Gemisch dieser mit etwas Salzsäure) entkalkten Knochen, wenn man dünne Schnitte derselben mit Carmin imbibirt. Dagegen ist es auch nach diesen Vorbereitungen in alten Knochen schwer, die krümeligen Massen, auf welche man in den Höhlen derselben stösst, und welche schon Schwann an entkalkten Knochen darin sah, bestimmt als Zellen oder Reste derselben zu erkennen.

Als einen besonderen Formbestandtheil des Knochengewebes hat Sharpey[1] Fasern beschrieben, welche sich, wenn man an einem entkalkten flachen oder langen Knochen die Lamellen zu isoliren sucht, darbieten. Sie verlaufen in Ebenen, welche annähernd senkrecht zu der Oberfläche der Lamellen liegen und bleiben an einer der abgerissenen Lamellen als zugespitzte Fortsätze hängen, während an den nebenliegenden Lamellen die Lücken zu erkennen sind, aus welchen die sog. Sharpey'schen oder durchbohrenden Fasern herausgezogen wurden. Sie finden sich beim Menschen wie H. Müller[2] zeigte, in den vom Periost ausgebildeten Knochen und sind da bis zu 3 Mm. lang, während ihre Dicke 0,002—0,005, manchmal sogar 0,015 Mm. beträgt.

Die durchbohrenden Fasern sind verkalkte Faserzüge, welche vor der Bildung der Knochenlamellen, die sie durchsetzen, als Verbindungsbrücken zwischen dem embryonalen Knochen und dem umgebenden Bindegewebe durch die Bildungsschichten der Knochenlamellen hindurchgehen und die mit wachsender Dicke der Lamellen sich verlängern und später verkalken. Bleibt ein Theil dieser Faserzüge unverkalkt, so entstehen nach H. Müller an ihrer Stelle beim Trocknen des Knochens die von Tomes und de Morgan beschriebenen perforating tubes.

Auf die grosse Verbreitung der durchbohrenden Fasern, namentlich bei Fischen, hat Kölliker[3] aufmerksam gemacht.

Entwicklung des Knochengewebes. Embryologische Untersuchungen lehren, dass fast das ganze knöcherne Skelett der Wirbelthiere aus einem die Theile desselben im vorgebildeten Zustande enthaltenden, früher angelegten knorpeligen Skelette hervorgeht. Anfänglich nahm man das für alle Knochen an, bis Sharpey und Kölliker für einzelne Schädelknochen nachwiesen, dass sie direct in einer bindegewebigen Anlage entstehen. Es sind das die Deckknochen des Primordialschädels.

Man weiss ferner seit geraumer Zeit, dass beiderlei Knochen, den knorpelig präformirten (primordialen Knochen) sowohl, als auch den Deckknochen (secundären Knochen), wenn sie einmal entstanden sind, von dem bindegewebigen Periost aus neues Knochengewebe angelagert wird und dass sie so in die Dicke wachsen. Dass im letzteren Falle das Knochengewebe aus einer

1) Quains Anatomy VI. Edition.
2) Würzburger naturwissenschaftl. Zeitschrift Bd. I p. 296. 3) ibid. Bd. I 306.

bindegewebigen Anlage in ähnlicher Weise wie bei der Entstehung der secundären Knochen hervorgeht, hat zuerst VIRCHOW[1] auseinandergesetzt.

Man könnte nach diesen äusseren Vorgängen also drei verschiedene Arten der Entstehung von Knochengewebe unterscheiden, die intracartilaginöse, die intermembranöse und die periostale, wir werden aber sehen, dass das Knochengewebe in allen diesen Fällen aus einer wesentlich gleichen Neubildung (osteogenen Substanz) entsteht, und dass auch diese dem eigentlichen Knochen vorausgehende bindegewebähnliche Anlage wahrscheinlich in allen Fällen aus denselben Keimen hervorgeht, kurz, dass die oben erwähnten Unterscheidungen zwar in Bezug auf den Ort, wo das Knochengewebe entsteht, und in Bezug auf den einmal vorhandenen, das andere Mal fehlenden gleichzeitigen Untergang von Knorpel, nicht aber in Bezug auf die Osteogenese selbst gemacht werden können.

In dem Falle, wo man die Form des künftigen Knochens in dem embryonalen Skelettknorpel mehr oder weniger treu vorgebildet antraf, lag es nahe zu vermuthen, dass die Grundsubstanz des Knochens durch eine Metamorphose der Knorpelgrundsubstanz, die Knochenhöhlen und Körperchen entweder durch Auswachsen der Knorpelkörperchen oder durch eine unter Bildung von Porenkanälchen statthabende Auflagerung von Verdickungsschichten auf die supponirte Membran der Knorpelzellen aus den letzteren entstehen. Für die Bildung der grösseren Markräume musste dann eine unter gleichzeitiger Entwicklung der Inhaltsmasse einhergehende Resorption des Knorpels oder des daraus gebildeten jungen Knochengewebes selbst angenommen werden.

Solche Annahmen, die von SCHWANN[2] und HENLE[3] zuerst vermuthungsweise ausgesprochen wurden, hatten sich ziemlich allgemeinen Eingang verschafft und durch lange Zeit glaubte man sie in Deutschland, England und Frankreich auch in Uebereinstimmung mit den positiven Beobachtungen, welche man an verknöchernden Knorpeln zu machen Gelegenheit hatte[4].

In Deutschland war das besonders der Fall, als KÖLLIKER[5] den rhachitischen Knochen als ein Object angeführt hatte, wo der von SCHWANN bezeichnete Umbildungsmodus der Knorpelkörperchen in Knochenkörperchen, nach Analogie der Bildung getüpfelter Pflanzenzellen, wirklich deutlich zu verfolgen sei. Und neuestens hat LIEBERKÜHN[6] die normale Ossification des Knorpels in einer Reihe von Abhandlungen als eine der Hauptsache nach den erwähnten Anschauungen entsprechende Umbildung des Knorpels darzustellen versucht.

Ein anderer Weg, und zwar der richtige, wurde mit aller Consequenz und nachdem nur wenige (E. H. WEBER[7], SHARPEY[8], BRUCH[9], BAUR[10]) vorher dahin

1) Archiv f. pathol. Anatomie Bd. V p. 436 ff. 2) Mikroskop. Unters. etc. Berlin 1839 p. 35 u. 115. 3) Allg. Anatomie 1841 p. 831. 4) Siehe d. histor. Details bei H. MÜLLER, Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. 9 p. 147 u. d. f. 5) Mittheil. d. Zürich. naturf. Ges. 1847 Nr. 11 u. 12 u. FRORIEP's Notizen 1848 p. 120. 6) REICHERT u. DU BOIS, Archiv 1862 p. 702. 1863 p. 614. 1864 p. 598. 1865 p. 404. 7) Ausg. v. HILDEBRANDT's Anatomie 1830 p. 384 u. d. f. 8) QUAINS anatomy V. edition. 9) Denkschr. d. schweiz. Naturf. Ges. Bd. 11.
10) MÜLLER's Archiv 1857 p. 347.

einzulenken versuchten, im Jahre 1858 von H. Müller[1] betreten. Er wurde darauf von anderen Forschern (Gegenbaur[1], Landois[2] und Waldeyer[3]) weiter verfolgt und hat für die Ossification des Knorpels zur Begründung des früher ausgesprochenen Hauptsatzes geführt.

Bekanntlich geht die Verknöcherung der knorpelig präformirten Theile von den sog. Ossificationspunkten aus. In diesen entstehen zunächst Kanäle (Knorpelkanäle), welche mit einer weichen Zellenmasse angefüllt sind, in die vom Perichondrium aus Blutgefässe sich verfolgen lassen (Knorpelmark). Diese Kanälchen gehen dort, wo durch Ablagerung von Kalksalzen in die Grundsubstanz des Knorpels zuerst das weisse Ansehen und die Consistenz des Knochens bemerklich wird, in grössere unregelmässig buchtige Räume über, die ebenfalls mit Blutgefässe enthaltendem Mark angefüllt sind. Dieser von buchtigen Hohlräumen durchbrochenen Stelle verleihen nur die mit körnigen Kalkdepositen durchsetzten Reste des sichtlich in grosser Ausdehnung resorbirten Knorpels Halt und Festigkeit. In der Umgebung dieser Stelle erscheint der Knorpel durchscheinender und aus grossen, hellen, nur durch geringe Mengen von Grundsubstanz geschiedenen Zellen zusammengesetzt. Bei genauerer Untersuchung zeigt es sich aber, dass die Grenze der mit Mark gefüllten Hohlräume und der grosszelligen Knorpelregion einerseits und die Grenze der verkalkten Balken und der grosszelligen Knorpelregion andrerseits nicht zusammenfallen. Die Verkalkung ist vielmehr über die Grenzen der Markräume hinaus zu verfolgen und hört fein auslaufend in grösseren Balken der Zwischensubstanz des noch undurchbrochenen Knorpels auf. Die Zellen an den Grenzen des letzteren erscheinen also in die röhrigen Enden der Verkalkung hineingeschoben und stossen erst dann an das Mark. Die eben beschriebenen Veränderungen gehen der Bildung von Knochengewebe in Knorpelgewebe voraus. Das Knochengewebe entsteht nur dort, wo sich zuvor Mark gebildet hat, und zwar an der Oberfläche des letzteren, und lagert sich an die verkalkten Knorpel an. Davon soll erst später ausführlich gehandelt werden. Es ist nicht schwer, die beschriebenen Einzelnheiten an den Ossificationspunkten kurzer Knochen oder auch der Diaphyse von Röhrenknochen zu sehen. Auch die später auftretenden Epiphysenkerne eignen sich sehr gut dazu. Die Embryonen, welchen die Präparate entnommen werden sollen, werden zuvor in Chromsäure eingelegt. Besser noch und genügend ist das Einlegen in Müller'sche Flüssigkeit. Wartet man die hier etwas länger währende Zeit ab, bis sich gute Schnitte gewinnen lassen, und färbt die letzteren mit Carmin, so erhält man die lehrreichsten Präparate.

Die beschriebenen Veränderungen setzen sich successive auf den an den Ossificationspunct grenzenden Knorpel fort.

---

1) Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. 9 p. 145. 2 Jenaische Zeitschr. f. Medicin u. Naturwissensch. 1864 p. 343. 1866 p. 54 u. 206. 3 Centralblatt f. die med. Wissensch. Berlin 1865 Nr. 16, 18 u. 32. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie XVI. p. 23.

4) Ueber den Ossificationsprocess. Archiv für mikroskop. Anatomie Bd. 1 p. 354.

Am besten können zu mikroskopischen Studien Längsschnitte durch die Diaphyse embryonaler Knochen dienen, welche die Ossificationsgrenze enthalten.

Das Bild, welches man von einem solchen Längsschnitte erhält, wenn derselbe alle Uebergänge vom noch unveränderten Knorpel bis zum neugebildeten Knochen enthält, ist das folgende (Fig. 12). Auf den Knorpel der die Beschaffenheit der embryonalen Skelettknorpel zeigt, wie sie vor der Verknöcherung vorhanden ist, folgt eine Knorpelregion (*a*), in welcher die Zellen dichter gedrängt liegen und in bestimmter Weise geordnet (gerichtet) sind. Sie stellen deutliche Längsreihen dar. In diesen Längsreihen erscheinen aber die Zellen in dem der Längsaxe des Knochens parallelen Durchmesser verkürzt wie übereinander geschichtete Platten, so dass ein Querstreifen dieser Region herausgeschnitten gedacht einige Aehnlichkeit besitzt mit der ebenfalls platte Zellen enthaltenden Schichte, welche die Gelenkknorpel an ihrer freien Oberfläche, andere Knorpel unter dem Perichondrium zeigen. Ausgezeichnet sind diese Längsreihen platter Zellen noch dadurch, dass die Zellen oft eine Keulenform besitzen und sich alternirend mit ihren zugespitzten Enden von entgegengesetzten Seiten her in einander schieben (Aeby[1]). Es ist auch nicht schwer, sich von dem Entstehen dieser Zellenreihen durch fortgesetzte Theilungsvorgänge zu überzeugen, sehr instructiv in dieser Beziehung sind gerade die Bilder, welche Aeby verfolgte und welche zeigen, dass keulenförmige Zellen dadurch entstehen, dass eine Zelle sich der Länge nach theilte und dann die Tochterzellen wech-

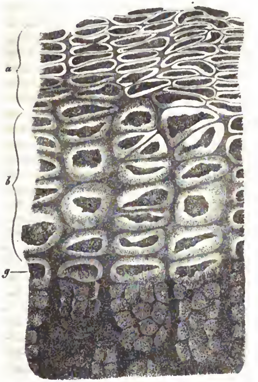


Fig. 12. Längsschnitt durch die Ossificationsgrenze eines Röhrenknochens vom menschlichen Embryo.

1) Zeitschrift für rationelle Medicin 3 R. Bd. IV p. 38 u. d. f.

selweise übereinander wuchsen. Die in den Längsreihen enthaltenen platten Zellen liegen der Quere nach nicht an allen Stellen annähernd gleich weit aus einander, es sind vielmehr zwischen ungleich grossen Gruppen derselben stärkere Balken von Grundsubstanz vorhanden.

Auf die sehr charakteristische plattzellige Reihenregion folgt näher dem Ossificationsrande unter allmählichen Uebergängen eine zweite Region (*b*), in welcher helle, besonders grosse und mit schönen runden Kernen versehene Zellen sich befinden. Die Vergrösserung dieser Zellen im Vergleich mit den in der früheren Region enthaltenen ist vorzugsweise auf die einseitige Zunahme des mit der Längenaxe des Knochens zusammenfallenden Durchmessers zu setzen. Diese Region enthält auf demselben Areal eine viel geringere Anzahl von Zellen, als selbst der über der Reihenregion gelegene ursprüngliche Knorpel. Für die Betrachtung mit blossem Auge erscheint auf dem Durchschnitt eines frischen Fötalknochens die grosszellige Region heller und durchscheinender, als alle anderen Theile des Längsschnittes. Diese Region besitzt eine grosse Aehnlichkeit mit jenem Stadium des embryonalen Knorpels, in welchem sich die Zellen desselben noch leicht von einander isoliren lassen.

Zwischen den grossen durchsichtigen Zellen treten nur parallel der Längenrichtung des Knochens stärkere Balken von Grundsubstanz hervor, zwischen welchen die Zellen in einfacher, häufiger in mehrfacher Reihe liegen. Dort, wo diese stärkeren Längsbalken fehlen, scheinen die Zellen unmittelbar aneinander zu stossen. Man überzeugt sich aber, wenn die Zellen geschrumpft sind, an einem sehr zierlichen Bilde von der Gegenwart geringer Mengen von Grundsubstanz auch zwischen den in der Längenrichtung des Knochens aneinanderstossenden Zellen. Die Scheidewände zwischen den Zellen verlaufen im letzteren Falle nach der Art von Leitersprossen (s. d. Abbildung) zwischen je zwei Längsbalken. Noch innerhalb der grosszelligen Region nehmen die stärkeren Längsbalken Kalkdeposita in Form von kleinen Körnchen oder Krümeln in sich auf, dabei werden sie etwas dicker. Man befindet sich dann in der Region des verkalkten Knorpels, der nach H. MÜLLER[1] in den meisten Fällen der Verknöcherung vorausgeht. Eine sehr schöne Ergänzung erfahren die bisher nur am Längsschnitt betrachteten Bilder, welche WALDEYER[2] noch am treuesten beschrieben hat, dadurch dass man auch Querschnitte untersucht, die successive die früher beschriebenen Regionen treffen.

Namentlich ist das Verhalten der Region des verkalkten Knorpels auf dem Querschnitte erwähnenswerth. Auf demselben erscheinen mit grosser Deutlichkeit die durch ihre körnige oder klein krümelige Beschaffenheit ausgezeichneten Kalkringe, eine oder mehrere der grossen Zellen umfassend. Nähert man sich mit dem Querschnitte von da ab dem Knochen immer mehr, so nehmen die Kalkringe an Dicke zu und endlich werden die Zellen, welche die Kalkringe ausfüllen, kleiner und zahlreicher (Fig. 13) und stärker granulirt.

1) l. c. p. 157. 2) l. c. p. 359 u. Taf. XXII Fig. 2.

Unter diesen Zellen findet man aber dann auch zwei- oder auch mehrkernige, oft grosse Protoplasmamassen mit einer grösseren Anzahl kleiner Kerne. Die mehrkernigen Zellen wurden von Gegenbaur[1] und Waldeyer[2] mit Recht mit den von Robin[3] beschriebenen Myeloplaxen zusammengestellt. Das Hinabrücken des Querschnittes führt also aus der grosszelligen Region, während die Kalkringe ohne wesentliche Veränderung erhalten bleiben, in eine Region, in welcher zwischen den verkalkten Balken proliferirte Zellen erscheinen. Das nehmen wir sofort auch wahr, wenn wir nun wieder zum Längsschnitt zurückkehren.

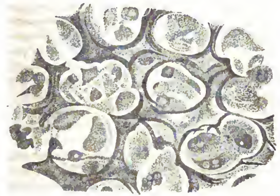


Fig. 13. Querschnitt durch einen in Ossification begriffenen Knorpel vom menschlichen Embryo.

Die von den beschriebenen verkalkten Balken umgrenzten länglichen Räume erhalten, und das macht das Bild eines solchen Längsschnittes sehr auffallend, an einer ziemlich scharfen Grenze (*g* Fig. 12) plötzlich statt der grossen Knorpelzellen eine andere Inhaltsmasse. Dieselbe besteht dicht am Knorpel aus gedrängt liegenden, stark granulirten Zellen. Es sind diese Zellen ferner mit mehr oder weniger bald kürzeren bald längeren Ausläufern versehen, welche aber nur auf zerzupften oder gepinselten Präparaten gut zu sehen sind. Verfolgt man die jenen Inhaltsmassen abgrenzenden Balken weiter in der Richtung vom Knorpel weg, so bemerkt man, dass die an der Knorpelgrenze gehäuft liegenden granulirten Zellen sich an den verbreiterten Fortsetzungen der Längsbalken zu einer die Oberfläche der Letzteren belegenden epitheliumartigen Schichte ordnen, während die mittleren Partien der Inhaltsmasse hellere, fein ausgewachsene Spindel- oder Sternzellen einnehmen, zwischen welchen aber kleinere, rundliche, stärker körnige Zellen eingebettet vorkommen. In diesem letzteren Gewebe lassen sich auch schon Blutgefässe deutlich wahrnehmen.

Es tritt uns also in den Räumen des verkalkten Knorpels zunächst ein neues, weiches, aus vielen Zellen zusammengesetztes, an seiner Oberfläche und in seinem Innern selbst wieder differencirtes Gewebe entgegen.

Man wird sich fragen müssen, woher dieses Gewebe stammt. Es wurde bemerkt, dass die Grenze zwischen der grosszelligen Region des Knorpels und

1) l. c. p. 349. 2) l. c. p. 362.

3) Journal de l'Anatomie et de la Physiologie 1864 Bd. I p. 88.

der späteren neuen Inhaltsmasse der von den verkalkten Balken umgrenzten Räume eine sehr scharfe ist. Wie viel Präparate ich auch untersuchen mochte, ich habe niemals Uebergänge der grossen hellen Knorpelzellen durch Theilungs- und Furchungsstadien hindurch zu den dunkelkörnigen Zellen, welche plötzlich an dieselben stossen, auffinden können. Solche Uebergänge sollte man aber als häufige erwarten, wenn die Knorpelzellen als Mutterzellen das Mark durch Theilung produciren würden.

Ich muss daher, von welchen grossen Autoritäten die letztere Ansicht auch gestützt sein mag, sie doch bezweifeln. Allerdings könnte man auch hier an so rasch verlaufende Theilungs- und Furchungsprocesse denken, dass dieselben dem Beobachter entgehen und die Provenienz des Markes von den Knorpelzellen als eine wenn auch auf die directe Beobachtung nicht gestützte Annahme hinstellen. Eine solche Annahme zu machen ist man aber durchaus nicht dringend genöthigt, da es gar keine Schwierigkeiten mit sich bringt, sich das Mark vielmehr von derselben Seite her gegen den Knorpel vorwachsend vorzustellen, von woher auch die Blutgefässe des Markes vordringen. Die letztere Vorstellung empfiehlt sich namentlich desswegen, weil dem Mark, wie wir sehen werden, eine solche productive Thätigkeit nothwendig zugeschrieben werden muss und sich später an demselben auch verfolgen lässt.

Die productive Thätigkeit der Knorpelzellen scheint mir an der Grenze der plattzelligen Reihenregion abgeschlossen zu sein. Die grossen, aufgeblähten Knorpelzellen, welche von da ab gegen den Ossificationsrand folgen, sieht man an der Grenze gegen das Mark in der That häufig in den feinkörnigen Zerfall, welchen die Knorpelgrundsubstanz daselbst erleidet, mit einbezogen, so dass höchstens Reste dieser Zellen mit in das Mark gelangen.

Man darf die hier entwickelte Anschauung nicht verwechseln mit der eigenthümlichen und willkürlichen Ansicht, welche Henke[1] über die Genealogie der Knorpelelemente am Ossificationsrande ausgesprochen hat, nach welcher sogar die aufgereihten Knorpelzellen daselbst von den Markräumen her auf Kosten von ausgetretenen Blutkörperchen gebildet sein sollen.

Mit dem Auftreten der veränderten Inhaltsmasse zwischen den verkalkten Balken des Knorpels haben wir früher auch die Differenzirung der Ersteren in eine äussere und innere Schichte kennen gelernt.

Die körnigen Zellen der äusseren Schichte sind die von Gegenbaur[2] zuerst genauer beschriebenen von ihm so genannten Osteoblasten, das hellere, innere Gewebe, das eigentliche junge Mark. Die Schichte, welche die Osteoblasten enthält, finden wir in den früher beschriebenen Räumen (primären Markräumen) überall bald in dünnerer, bald in mächtigerer Lage, zwischen die Reste und Grenzen des früheren Knorpels einerseits und das blutgefässführende Mark andrerseits eingeschoben.

Die Osteoblastenschichte bildet überall den unmittelbaren Vorläufer des

1) Zeitschrift für rationelle Medicin 3 R. Bd. XVIII p. 61. 2) l. c. p. 360.

echten Knochengewebes. Das letztere tritt an den Wänden der primären Markräume in einiger Entfernung von dem Knorpelrande als eine anfangs dünne, glänzende, stark lichtbrechende Lamelle auf, in welcher schon die eigenthümlichen, strahligen Formen der Knochenkörperchen zu bemerken sind. Wo dieses Gewebe sich anlagert, waren früher immer Osteoblasten angelagert, und wie früher die Balkenreste des verkalkten Knorpels, so ist auch später das an dieselben angelagerte junge Knochengewebe an seiner Oberfläche wieder von einer Schichte von Osteoblasten bedeckt und dadurch von dem Mark geschieden.

Alle bisher beschriebenen Einzelnheiten lassen sich, ausgenommen die wie schon erwähnt, früher angenommene Beziehung der Knorpelzellen zum Mark vollkommen sicher verfolgen.

Schwieriger zu ermitteln ist das Verhältniss der Osteoblasten zum neugebildeten Knochengewebe.

Gegenbaur lässt die Osteoblasten ein erhärtendes Secret bilden, in welches die Osteoblasten selbst nach und nach als strahlige Knochenkörperchen eingeschlossen werden. Waldeyer hat auf die Schwierigkeiten dieser Erklärungsweise aufmerksam gemacht und zu zeigen gesucht, dass die Osteoblasten selbst schichtweise, während sie ebenso vom Mark aus immer neu differenzirt werden, in das Knochengewebe umgewandelt werden. Zu dem Ende sollen die Osteoblasten ein mehr glattes und homogenes Ansehen gewinnen und unter gleichzeitigem Verschmelzen und Verschwinden ihrer Kerne zur Knochengrundsubstanz erhärten, während bei einzelnen derselben nur die Aussenschichte in diese Verschmelzung und Erhärtung mit einbezogen wird, der innere Theil aber mit dem Kern, als die in die strahlige Höhlung eingeschlossene Knochenzelle, zurückbleibt. Die letztere Auffassung entspricht den zu beobachtenden Thatsachen in viel höherem Grade.

Ehe aber hier weiter darauf eingegangen wird, soll gezeigt werden, dass die Bildung des Knochengewebes beim periostalen Wachsthum und bei der Entstehung der Deckknochen unter Modalitäten erfolgt, die uns auf die wesentlichen Thatsachen, welche wir bei der intracartilaginösen Knochenentwicklung kennen gelernt haben, zurückführen werden.

In Bezug auf die letztere sei noch bemerkt, dass der obigen Darstellung zunächst menschliche Embryonen zu Grunde liegen, dass aber bei Thieren nicht dem Wesen nach davon Abweichendes beobachtet wurde.

Wir haben mit den Vorgängen am Ossificationsrande der Diaphysen zugleich die Vorgänge kennen gelernt, welche das Längenwachsthum der Röhrenknochen bedingen.

Das Dickenwachsthum ist abhängig von den nun zu beschreibenden Vorgängen. Nachdem schon Grew[1] und Havers[2] von einer Auflagerung neuer Knochensubstanz auf die bereits Gebildete vom Periost aus gesprochen hatten,

1) Engl. Academie 1681.   2) Osteologia etc. Frankfurt u. Leipzig 1692.

ist durch die Versuche von du Hamel[1] dieselbe zu allgemeinerer Anerkennung gelangt.

Bei der Entwicklung der Röhrenknochen geht die periostale Knochenbildung sogar der intracartilaginösen voraus, es erscheint dann der Knorpel oder der von Kanälen durchzogene und verkalkte, im Vorbereitungsstadium zur intracartilaginösen Verknöcherung befindliche Knorpel in eine Röhre von Knochengewebe eingeschlossen (Duges, Rathke, Bruch, Reichert, H. Müller[2]). Bei gewissen Thieren kommt es dann im Mittelstück des Knochens nur zu einem Ersatz des Knorpels durch Mark, während bei anderen Thieren und gegen die Apophysen der Knochen der Ersteren hin spärliche intracartilaginöse Knochenbälkchen sich ausbilden, die sich an die periostale Röhre anschliessen. In einzelnen Fällen, z. B. auf dem Durchschnitte von Röhrenknochen der Extremitäten des Proteus findet man auch bei ausgewachsenen Exemplaren, die aus wenigen periostalen Lamellen bestehende Knochenröhre noch von verkalktem echten Knorpel ausgefüllt.

Ein leichtverständliches Schema für die Concurrenz der periostalen und intracartilaginösen Knochenbildung bei der Entstehung der Röhrenknochen der höheren Wirbelthiere ist nach H. Meyer[3] in der nebenstehenden Figur 14 entworfen. *abc* bedeutet darin den Knochen eines Neugeborenen, *AbC* die Form, welche der Knochen des Erwachsenen durch intracartilaginöses Längenwachsthum gewann; dazu kommen die periostalen Auflagerungen *p*.

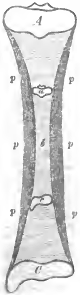


Fig. 14.

Die knochenbildende Thätigkeit des Periostes bedingt es auch, dass eine Reproduction der Knochen erfolgt, wenn die letzteren aus ihrem Periost geschält und resecirt werden (Heine[4] und viele Neuere). Ferner beruhen darauf die osteoplastischen Vorgänge, welche beobachtet werden bei der Transplantation ausgeschnittener Periostlappen, die namentlich bei jüngeren Individuen, in geringerem Maasse bei Erwachsenen zu Knochenneubildungen führen (Ollier[5]).

Was die eigentlichen histologischen Vorgänge bei der periostalen Knochenentwicklung betrifft, so wurden dieselben vorzüglich von Virchow, neuestens von Gegenbaur, Waldeyer und Landois an den angeführten Orten beleuchtet. Sie sind einfacher bei Thieren, bei welchen es nur zur Auflagerung umfassender Lamellen kommt, complicirter, wenn sich gleichzeitig Haversi'sche Kanälchen und ihre concentrischen Lamellensysteme entwickeln.

Wir wollen die Vorgänge im letzteren Falle zunächst an einem Beispiele erläutern. Dazu diene uns der Querschnitt durch einen

1) Mém. de l'Acad. de Paris 1742 p. 354, 1743 p. 87, 111 u. 288.
2) l. c. p. 193. 3) Müller's Archiv 1849 p. 292. 4) Graefe und Walther's Journal 1839 p. 513. 5) Journal de la Physiologie T. II p. 1 u. 169.

mit seinem Periost überzogenen Vorderarmknochen des menschlichen Embryo im Alter von fünf Monaten (Fig. 15). Man erhält von demselben bei schwacher Vergrösserung das sehr prägnante Bild, welches die Figur 15 schematisch wiedergiebt. Das Schematische der Abbildung betrifft aber nur die in die Figur eingezeichneten Gewebeelemente. Die Dimensionen der gegen einander abgegrenzten Schichten sind richtig gezeichnet.

Man sieht zunächst nach aussen als erste Schichte des Periostes eine mehr gleichförmig und glatt aussehende Schichte. Dieselbe besteht, wie eine gesonderte Untersuchung derselben bei starker Vergrösserung lehrt, aus sich kreuzenden Bündeln fibrillären Bindegewebes, die auf dem Schnitt in verschiedener Richtung getroffen erscheinen. Zwischen die Fibrillen der Bündel sind Spindelzellen mit verlängerten Kernen eingestreut.

Auf diese äussere Schichte des Periostes folgt eine ziemlich breite innere Schichte *b* (Cambium), (Billroth[1]), die bei schwacher Vergrösserung von der vorhergehenden sich dadurch auszeichnet, dass sie durch eine grosse Anzahl kleiner runder Formelemente, welche in die Maschen eines feinen Netzes eingebettet erscheinen, ein körniges Ansehen gewinnt. Untersucht man diese Schichte gesondert bei starker Vergrösserung und verbindet man damit auch die Untersuchung zerzupfter und gepinselter Präparate, so bemerkt man zunächst, dass das körnige Ansehen von kleinen rundlichen, mit Kernen versehenen Zellen herrührt. Diese Zellen senden aber an ihrer Peripherie feine Ausläufer in wechselnder Anzahl aus, welche sich an das Reticulum anlegen. Das letztere selbst hat einen schwer zu entwirrenden Bau. Man findet in demselben nicht so ausgebildete Sternzellen, wie etwa im Reticulum der Lymphdrüsen, sondern abgeplattete in dem dem Kern zunächst liegenden. Theile fein granulirte Zellen, die an verschiedenen Stellen, oft nur an zwei gegenüberliegenden Seiten, lange homogen erscheinende Fortsätze aussenden. Sehr häufig gehen die isolirten Zellen an ihrer Peripherie selbst in flügelförmig daranhängende feine Bälkchengitter über, die sich an die andern das Reticulum durchziehenden feinen glatten Faserbalken anschliessen.



Fig. 15. Querschnitt durch einen Vorderarmknochen des menschl. Embryo von fünf Monaten (halb schematisch).

1) Archiv für klinische Chirurgie Bd. VI p. 723.

Auf die beschriebene zweite Schichte des Periostes folgt nach innen eine dritte Schichte, *c*, welche grosse granulirte Zellen enthält, die den früher beschriebenen Osteoblasten vollständig gleichen und im Zusammenhang gesehen einen ähnlichen epithelartigen Beleg der an das Periost grenzenden Knochenbälkchen formiren. Auf Zerzupfungspräparaten überzeugt man sich, dass diese anscheinend runden Zellen auch hier mit zahlreichen feinen glatten Ausläufern versehen sind, welche sich einerseits in das früher beschriebene Reticulum hinein erstrecken, oder andrerseits an der Oberfläche des Knochens hinlaufen, oder aber es sind die Ausläufer gerade gegen die Oberfläche des Knochens gerichtet und gehen in die Substanz desselben ohne Unterbrechung über. Der Zellenbeleg der Knochenbälkchen ist ferner nicht continuirlich, denn zwischen die einzelnen granulirten Körper der Osteoblasten dringen auch die Fortsätze des früher beschriebenen Reticulum etwas verbreitert gegen die Oberfläche des Knochens direct vor und gehen auch ihrerseits ohne sichtbare Grenze in die Grundsubstanz desselben über. Entsprechend dem grösseren Körper der Osteoblasten sind die Maschenräume des Reticulum am Knochen ebenfalls vergrössert.

So gestalten sich die Verhältnisse, wenn man eine Stelle des Durchschnittes betrachtet, wo fertiger Knochen, Osteoblastenschichte, kleinzellige und fibrilläre Schichte des Periostes als parallele Züge unmittelbar anfeinander folgen.

Das letztere ist aber nur an einzelnen Stellen der Fall.

Die äussere Form unseres Durchschnittes Fig. 15 wird nämlich nur durch die äussere und innere Grenze des fibrillären Theiles des Periostes nachgeahmt. Die Oberfläche des allseitig mit Osteoblasten belegten Knochens dagegen ist eine unregelmässig buchtige und zackige, indem die bogenförmigen Begrenzungsstücke der im Knochen befindlichen Hohlräume gegen das Periost vorspringen. Ueber die schon aus fertigem Knochengewebe gebildeten Bogen springen aber noch andere Bogen vor, die aus Osteoblasten allein bestehen und die mit den die Knochenbalken überkleidenden Osteoblasten direct zusammenhängen. Die letzteren Bogen sind nach aussen vollständig geschlossen und stellen völlig differenzirte Osteoblastenringe dar, oder aber es erheben sich nur zwei gegeneinander geneigte Bogenschenkel als die Anlage eines künftigen Ringes. Diese Bogenschenkel umfassen dann eine Partie der früher beschriebenen kleinzelligen zweiten Schichte des Periostes, welche durch die Lücke zwischen den Bogenschenkeln mit jener Schichte direct zusammenhängt und anfangs ganz dasselbe Verhalten zeigt wie jene. Wir haben damit die erste Anlage der Haversi'schen Systeme und Kanäle und des anfangs in den letzteren enthaltenen Markes kennen gelernt. Es lassen sich von aussen nach innen alle Uebergänge von den ersten Anlagen zu den vorspringenden Osteoblastenbögen, zu den vorerst nur durch eine Osteoblastenlage geschlossenen und vom Knochen sich erhebenden Bogenschenkeln, bis zu den vollständig geschlossenen Knochenlamellen verfolgen. Alle diese neugebildeten Knochenringe und Bogen sind aber an ihrer inneren Oberfläche wieder mit Osteoblasten

belegt und ebenso aussen überall dort, wo sie an das Periost stossen. Das von den neugebildeten Knochenbögen umschlossene Gewebe wird bald etwas heller, es tritt eine reichliche Gefässneubildung in demselben ein und es enthält dann kleine rundliche Zellkörper, die granulirt erscheinen und hellere gestreckte Spindelzellen, wie solche im jungen Bindegewebe anzutreffen sind. In der an unserem Beispiel erläuterten Weise lässt sich auch in späteren Entwicklungsstadien während der Dauer des Dickenwachsthums eines Knochens der Process der Anbildung verfolgen.

Da sich in den Röhrenknochen secundär die grosse Markhöhle ausbildet, wobei ein grosser Theil des intracartilaginös entstandenen Knochens wieder resorbirt wird, so findet man im erwachsenen Knochen die Markhöhle in dem mittleren Theile der Röhre meistens nur noch von den auf periostale Osteogenese zurückzuführenden umfassenden — Schalt- oder Haversi'schen Systemen begrenzt.

Wie für die intracartilaginöse Knochenentwicklung lässt sich also auch für die periostale eine zusammenhängende Schicht von Osteoblasten als der unmittelbare Vorläufer des Knochengewebes nachweisen.

Es bleibt noch zu erwähnen, dass man auf Querschnitten wie dem früher beschriebenen, durch alle Schichten des Periostes hindurch von der äusseren Schichte bis zu den Knochenbalken hin stärkere Faserzüge von radiärem Verlauf verfolgen kann, die in die Bündel der äusseren Schichte des Periostes übergehen, von der Differenzirung der Osteoblastenringe und -Bogen ganz unabhängig erscheinen, und als die Anlage der Sharpey'schen durchbohrenden Fasern anzusehen sind.

Untersucht man den Längsschnitt eines Röhrenknochens von einem ausgetragenen Embryo oder von Kindern in dem frühesten Lebensalter, wie früher den Querschnitt, so sieht man auf lange Strecken hin im Periost nahe der Knochenoberfläche in die kleinzellige Schichte des Periostes streifenförmig eingebettet ein in der Längenrichtung verlaufendes differenzirtes Osteoblastenlager, Verhältnisse, welche die Vorgänge weniger gut veranschaulichen, als Querschnitte, ja erst durch Vergleichung mit den letzteren ihre Erklärung finden. Man wird aber durch das Bild solcher Längsschnitte sehr erinnert an Bilder, welche man von der gleich zu erwähnenden ersten Entwicklung der sogenannten Deckknochen erhält.

Was nun die Knochenentwicklung bei der Bildung der Deckknochen, die sogenannte intermembranöse Knochenbildung betrifft, so wurde dieselbe zuerst von Nesbitt[1], dann von Sharpey[2] von der intracartilaginösen unterschieden. Von Kölliker wurde darauf der von Sharpey beschriebene Verlauf der intermembranösen Verknöcherung bestätigt und fanden des Ersteren Darstellungen dadurch allgemeine Anerkennung. Ueber die feineren De-

1) Osteogenie oder Abhandlung von der Erzeugung der Knochen im menschlichen Körper, übersetzt von J. C. Greding. Altenburg 1753.

2 Quain's Anatomy edited by Mr. Quain and Sharpey. 5. Bd.

tails bei dieser Art der Knochenentwicklung liegen an neueren Angaben solche von Lieberkühn [1] und von Waldeyer [2] vor.

Intermembranös entstehen die Schuppe des Hinterhauptbeines, die Scheitelbeine, das Stirnbein, die Schuppen der Schläfenbeine, die Schaltknochen der Schädelnähte, die Gesichtsknochen. Auch das Schlüsselbein wurde darunter angeführt (Nesbitt, Bruch), aber mit Unrecht (H. Müller [3], Gegenbaur [4]). Die Entwicklung der nicht knorpelig präformirten Knochen geht ebenfalls von einem oder einer beschränkten Anzahl von Puncten aus. Das Gewebe, in welchem die erste Anlage dieser Knochen entsteht, zeigt eine grosse Uebereinstimmung mit dem Gewebe, welches wir früher als zweite Schichte des Periostes oder im Innern der differenzirten Osteoblastenringe als junges Mark kennen gelernt haben. Aus diesem Gewebe differenziren sich zunächst an dem Puncte, von welchem die Verknöcherung ausgeht, anfangs dünne und schmale Balken, die sich netzförmig verbinden, und diese Differenzirung schreitet in radiärer Richtung weiter. Die von den anastomosirenden Balken umschlossenen Maschenräume sind an der Peripherie weiter als dort, wo das Netz zuerst auftrat. Gegen den Rand sind auch die Balken desselben dünner und spitzen sich zu feinen, peripherisch und in radiärer Richtung verlaufenden Ausläufern zu. In der Ordnung, in welcher die Balken sich differenzirten, nehmen sie später Kalksalze auf und verwandeln sich in Knochensubstanz. Untersucht man einen solchen noch nicht verknöcherten Balken, so sieht man, dass derselbe aus mannichfach, vorzugsweise in der Längenrichtung des Balkens ausgewachsenen Zellen besteht. Diese Zellen erscheinen in ihrem dickeren mittleren Theil stark granulirt und enthalten einen runden Kern. Sie gleichen den an anderen Orten vorkommenden Osteoblasten, sind aber eben mehr in einseitiger Richtung entwickelt. Zwischen den mit ihren Fortsätzen ineinander geschobenen Zellen ziehen einzeln oder in schmalen Zügen Fasern hindurch, an welche sich die Fortsätze jener Zellen anlegen, so dass der ganze Balken das Aussehen von Bindegewebe in einem bestimmten Stadium seiner Entwicklung gewinnt. Gerade an diesen faserig zellig erscheinenden ersten Anlagen für die secundären Knochen lässt sich auf Zerzupfungspräparaten auf das schönste verfolgen, wie die ganze Anlage verkalkt und den Charakter des Knochengewebes gewinnt. Jeder neu ausgebildete Knochenbalken ist an seiner Oberfläche wieder mit einer Schichte von Osteoblasten bedeckt und je dicker die Knochenbalken werden, um so mehr nimmt die sie bedeckende Osteoblastenschichte den Charakter des epitheliumartigen Beleges an (Fig. 16), welcher dieselbe in den primären Markräumen der Röhrenknochen oder in den Anlagen für die Haversi'schen Kanäle auszeichnet.

Die von verschiedenen Ossificationspunkten ausgegangenen Balken eines secundären Knochens vereinigen sich später mit einander. Es bilden sich

---

1) Reichert und du Bois Archiv 1864 p. 610. 2) l. c. p. 368.
3) l. c. p. 201. 4) Jenaische Zeitschrift 1864 p. 1.

breitere, der Oberfläche des Knochens parallele Querbalken aus und es lagern sich neue Schichten, durch welche der Knochen sich verdickt, wie beim periostalen Wachsthum der knorpelig präformirten Knochen an.

Wenn man also die drei früher genannten Entstehungsweisen des Knochengewebes verfolgt, so trifft man überall nur auf graduelle Verschiedenheiten. Für die intracartilaginöse Knochenentwicklung fällt durch die vom Anfange vorhandene Substitution des Knorpels durch ein neugebildetes und später sklerosirendes Gewebe die Schwierigkeit weg, auf welche früher, als man die Imprägnation des Knorpels mit Kalksalzen als ein Hauptmoment der Knochenentwicklung ansah, die Erklärung der molekularen Verschiedenheit der Grundsubstanz des Knorpels und der organischen Grundsubstanz des Knochens stiess.

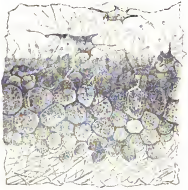


Fig. 16. Knochenbalken mit Osteoblastenbeleg aus dem Scheitelbein eines fünfmonatlichen menschlichen Embryo.

Es findet ferner eine völlige Uebereinstimmung zwischen der Entstehung der ersten Anlagen echter Knochensubstanz statt und der Entwicklung der als Anlagerung an die ersteren entstehenden Wachsthumsschichten. In Bezug auf die letzteren ergiebt sich, dass sie nur theilweise centrifugal erfolgen und zu einer Formveränderung des Knochens führen, zum grossen Theile erfolgen sie centripetal nach Höhlungen hin, welche gleich von den ersten Anlagen umgrenzt wurden und führen wahrscheinlich immer nur zu einer wechselweise bedingten Zu- und Abnahme der in einem bestimmten Volumen enthaltenen sklerosirten und weichen Gebilde.

Mikroskopische Erfahrungen, welche dafür sprechen würden, dass bei einmal gebildetem Knochengewebe ein Wachsthum durch Intussusception stattfinden könne, liegen nicht vor. Die in dieser Beziehung angestellten makroskopischen Versuche sind vieldeutig. Es sei hier nur angedeutet, dass in neuerer Zeit wider den bekannten und gegen ein interstitielles Knochenwachsthum sprechenden Versuch Hunter's, dem zufolge zwei in die Diaphyse eines jungen Thierknochens gemachte Bohrlöcher nicht weiter auseinanderrücken sollen, auch Einwendungen erhoben wurden.

Wir sahen bei unseren mikroskopischen Untersuchungen centrifugale und centripetale Apposition sich auf mannichfaltige Weise compliciren, so bei der früher geschilderten periostalen Entwicklung complicirter gebauter Röhrenknochen, bei welchen die Schalt- und umfassenden Lamellen wenigstens zum grössten Theil und die äussersten Haversi'schen Lamellen sichtlich durch centrifugale, die inneren Haversi'schen Lamellen durch centripetale Apposition entstehen.

Werden in Wachsthum begriffene Knochen mit Chromsäure entkalkt und daraus Durchschnitte angefertigt, oder werden in Müller'sche Flüssigkeit eingelegte Knochen, die noch nicht schneidbar geworden, mit dieser Flüssigkeit geschliffen und dann mit Carmin behandelt, so färben sich die Osteoblastenschichten und die daranstossende jüngste Knochenschicht sehr intensiv roth, während das übrige Knochengewebe bis auf die Körperchen ungefärbt bleibt. Man erhält Bilder, wie sie ähnlich von den Knochen nur kurze Zeit mit Krapp gefütterter Thiere beschrieben und abgebildet (s. z. B. Tomes und Hassall[1]) werden.

Bekanntlich hat man aus der nach solchen Fütterungsversuchen auftretenden schichtweisen Färbung der Knochen unter der Voraussetzung, dass der während einer Fütterungsperiode von der Färbung betroffene Knochen der zu dieser Zeit jüngstgebildete sei, Schlüsse über Resorptions- und Regenerationsprocesse im Knochengewebe zu ziehen gesucht.

Es ist sehr anerkennenswerth, dass man die zuerst von du Hamel[2], später von Flourens[3] angestellten Fütterungsversuche, die zu einer Zeit, wo man noch sehr wenig über die histologischen Vorgänge bei der Knochenentwicklung wusste, durch Gibson[4] sicher mit Unrecht in Misscredit kamen, in neuerer Zeit wieder aufgenommen hat (Lieberkühn). Sie sollten mit Bezug auf die erwähnte Analogie und die feineren histologischen Verhältnisse bei der Bildung und Resorption von Knochengewebe noch einer umfassenderen Prüfung unterzogen werden.

Erfüllung der Knochenhohlräume. Das Mark, welches die Hohlräume der ausgewachsenen Knochen ausfüllt, bildet in den grossen Markräumen namentlich der langen Knochen, ein zartes, von Gefässen und zahlreichen Fettzellen durchsetztes Bindegewebe, den letzteren verdankt es seine gelbliche Farbe (gelbes Mark). Dieses Fettmark darf natürlich mit dem früher beschriebenen jungen Mark der sich bildenden Knochen nicht auf dieselbe Stufe gestellt werden. Es stellt selbst ein in anderer Richtung vorgeschrittenes Entwicklungsstadium des Ersteren dar und es ist nicht gerechtfertigt, die osteogene Thätigkeit, welche man an diesem wahrnimmt, a priori auch bei jenem zu vermuthen. In den Markräumen der spongiösen Substanz dagegen erscheint eine gewöhnlich mit strotzend erfüllten Blutgefässen zur Beobachtung kommende röthliche Masse (rothes Mark), welche nur wenig Fettzellen, dafür aber eine grosse Menge granulirter Zellen enthält, welche den im embryonalen Mark vorkommenden sich ähnlich verhalten. Den Zellen des Knochenmarkes kommen amöboide Bewegungen zu, wie den farblosen Blutzellen (Bizzozero; Rovida[5]). An den letzteren Orten erscheinen auch vorzugsweise

1) l. c. Taf. XXX Fig. 6. 2) Mémoires de l'Académie de Paris 1742 p. 354. 1743 p. 138. 3) Annal. des Scienc. natur. Série 2. XIII. p. 403. 4) Meckel's Archiv Bd. IV p. 482. 5) Wiener Sitzungsber. Bd. 56 p. 608 und Centralblatt für die med. Wissensch. 1868 p. 245.

die grossen vielkernigen Protoplasmamassen, welche ROBIN[1] als Myeloplaxen beschrieben hat, sie finden sich im allgemeinen besonders in den äusseren Schichten der die Knochenräume nachahmenden Markmassen. BREDICHIN[2] meint, dass die Riesenzellen (Myeloplaxes) aus dem Knochengewebe selbst, d. i. aus den Knochenzellen bei gleichzeitiger Resorption der Grundsubstanz hervorgehen und dass diese Umwandlung mit der Bildung der Markkanäle während des Wachsthums des Knochens im Zusammenhang stehe. Wie die wechselnd grossen Markräume der Knochen miteinander im Zusammenhange stehen, gehen auch das gelbe und rothe Mark allmählich ineinander über.

Im Vogelskelette enthalten viele Knochenhöhlen, welche mit Mark gefüllten Knochenhöhlen anderer Thiere morphologisch vergleichbar sind, an Stelle des Markes Luft.

1) Journal de l'Anatomie et de la Physiologie 1864 p. 88. Pl. I, II, III.
2) Centralblatt für die med. Wissenschaft 1867 p. 563, vorläufige Mittheilung.

Capitel III.

Allgemeines über die Structurelemente des Nervensystems.

Von

Max Schultze.

Die Structurelemente des Nervensystems sind im Allgemeinen dreierlei verschiedener Art. Der Nervenleitung dienen die N e r v e n f a s e r n , welche die Nervenstränge oder die Nerven schlechtweg zusammensetzen, aber auch einen wesentlichen Theil der Substanz der Centralorgane ausmachen. An dem p e r i p h e r i s c h e n Ende der meisten derselben befinden sich specifische E n d o r g a n e. Diese stellen das zweite Structurelement des Nervensystems dar. Drittens ist auch der Anfang jeder Nervenfaser in den Centralorganen durch besondere Elementartheile bezeichnet. Es sind dies die sogenannten G a n g l i e n z e l l e n. Hiernach gliedert sich unsere Aufgabe in die Lehre

1. Von den Nervenfasern,
2. Von den peripherischen Endorganen der Nerven,
3. Von den centralen Anfängen der Nervenfasern.

1. Von den Nervenfasern.

Die Nervenfasern bilden den Hauptbestandtheil aller Nerven, in denen sie mit Bindegewebe und Blutgefässen gemischt sind und stellen ferner einen sehr wesentlichen Theil der Centralorgane dar, indem sie die weisse Substanz derselben fast ausschliesslich zusammensetzen, aber auch einen ansehnlichen Raum in der grauen Substanz einnehmen. Dieselben sind zum Theil sehr einfache, zum Theil sehr zusammengesetzte Gebilde, danach giebt es sehr verschiedene Arten derselben. Die einfachste Form stellen die N e r v e n p r i m i t i v f i b r i l l e n dar. Als solche bezeichne ich die an der Grenze der mikrometrischen Messbarkeit liegenden feinen Fäserchen, welche erst bei starker, 500—800maliger Linearvergrösserung deutlich erkannt werden und massenhaft in den Centralorganen und in der Nähe der peripherischen Endigung

der Nerven vorkommen. Es sind Fäden, an denen das Mikroskop eine innere Structur nicht mehr nachweist. Ihre Natur als Nervenfasern ist durch ihren Zusammenhang mit Ganglienzellen und durch den Nachweis ihres Hervorgehens aus dickeren Nervenfasern ausser Zweifel gesetzt. Sie sind im frischen Zustande ausserordentlich schwer, nach vorgängiger sehr vorsichtiger Erhärtung leichter isolirbar. Wässerige Lösungen verschiedener Salze und der Chromsäure oder Ueberosmiumsäure bestimmter Concentrationen bewirken neben der Erhärtung in den ersten Stunden öfter ein partielles Aufquellen der Fäserchen, durch welches sich Varicositäten derselben ausbilden, welche mehr oder minder regelmässig spindelförmig gestaltet sind, bei stärkerer Quellung an Zahl und Grösse zunehmen, bis unter dieser Quellung die Faser unkenntlich wird und ganz zu Grunde geht.

Eine zweite in den Centralorganen sehr verbreitete Faserart ist von der ersteren wesentlich durch die ansehnlichere Dicke unterschieden. Es sind wiederum sehr zarte, äusserst vergängliche und im frischen Zustande nur auf kürzere Strecken isolirbare durchsichtige Fasern eiweissartiger Natur. Ihre Dicke ist sehr verschieden und kann mehrere Mikromillimeter betragen. Es sind im Allgemeinen diejenigen Fasern, welche man als nackte Axencylinder zu bezeichnen pflegt. Je dicker sie sind, um so deutlicher lässt sich in ihnen eine Structur erkennen. Diese stellt sich als eine mehr oder minder deutliche Längsstreifung dar, herrührend von einer faserigen Differenzirung und der Anwesenheit einer wahrscheinlich interfibrillären feinkörnigen Substanz. Am deutlichsten ist die Zusammensetzung aus Fibrillen an den dicken verästelten Fortsätzen grösserer centraler Ganglienzellen, welche Deiters Protoplasmafortsätze zu nennen vorschlug, welchen Namen ich in den der verästelten Fortsätze umwandelte[1]. Aber auch die Axencylinderfortsätze eben dieser Ganglienzellen und andere Fasern der Centralorgane des Nervensystems, welche gemeinhin als nackte Axencylinder bezeichnet werden und

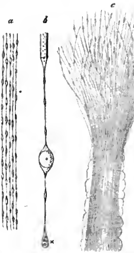


Fig. 17. Primitivfibrillen, *a* aus der Nervenfaserschicht der Retina, *b* aus der äussern Körnerschicht der Retina, bei × eine grössere durch starke Quellung entstandene Varicosität; *c* aus der Nasengrube des Hechtes, hier löst sich ein dickes, in eine Scheide eingeschlossenes Nervenstämmchen in Fibrillen auf.

[1] Vergl. Deiters' Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark. Braunschweig 1865, und meine Vorrede zu diesem Buche pag. XV—XVII.

unverästelt über weite Strecken verlaufen, sind oft von deutlich fibrillärer Structur. Ihre Zusammensetzung aus einzelnen Fibrillen ist am deutlichsten an ihrem Ursprunge aus Ganglienzellen, wie in Figur 18 bei ××. Ich nenne diese zweite Faserart Primitivfibrillenbündel.

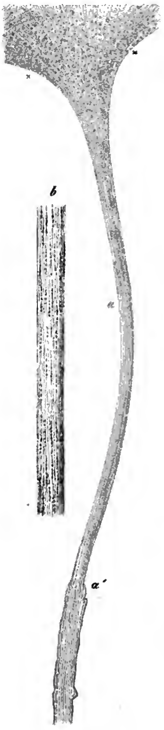


Fig. 18. Axencylinder von fibrillärer Structur. *a* oben bei ×× aus einer Ganglienzelle entspringend, bei *a'* in die Markscheide eintretend; *b* nackter Axencylinder aus dem Rückenmark vom Rind, künstlich aus der Markscheide isolirt.

Beiderlei Faserarten, die Primitivfibrillen und die Fibrillenbündel können eine Markscheide auf ihrer Oberfläche erhalten, wie in beistehender Figur bei *a'*; dadurch werden sie zu einer dritten Art von Nervenfasern, zu markhaltigen. Die markhaltigen Nervenfasern bestehen demnach wesentlich aus zwei Bestandtheilen, einer Rinde oder Scheide von Nervenmark und einem Axenfaden oder Axencylinder, welcher entweder eine Primitivfibrille oder ein Fibrillenbündel ist. Die Markscheide umhüllt den Axencylinder als dickere oder dünnere Rinde und besteht aus einer ölartigen, protagonhaltigen, stark Licht brechenden Substanz. Sie giebt den Nervenfasern dunkle glänzende Ränder, welche sehr charakteristisch sind. Bei der grossen Zartheit des Axencylinders und der fast flüssigen Beschaffenheit des Nervenmarks kann die Consistenz der markhaltigen Fasern keine grosse sein. In der That sind die Schwierigkeiten der Isolirung markhaltiger Fasern der Centralorgane fast eben so gross, wie die nackter Axencylinder. Die Isolirung unveränderter frischer markhaltiger Fasern aus der grauen und weissen Substanz des Gehirns und Rückenmarks gelingt nur auf kurze Strecken. Die Fasern zerreissen unter Anwendung der Präparirnadeln gewöhnlich in kurze Stücke durch Druck, Zerrung und Quetschung, ferner durch Quellung. In der wenn auch möglichst indifferent gewählten Flüssigkeit verändern sich diese Faserbruchstücke sehr schnell und auffallend, indem sich Wülste und Knoten an ihrer Oberfläche einstellen (siehe Figur 19), hier und da regelmässig perlschnurförmige Verdickungen, meist jedoch unregelmässige Varicositäten ausbilden, welche solchen Fasern ein sehr charakteristisches Ansehen geben. Dabei lösen sich viele kugelige und wurstförmig gebogene Massen des Nervenmarkes oder der ganzen weichen Faser ab und schwimmen als sogenannte Myelintropfen frei in der Flüssigkeit des Präparates umher (*b'*).

Das Nervenmark, namentlich wo es in etwas dickerer Schicht den Axencylinder umgiebt, verändert sich nach dem Tode, wie man annimmt, durch Gerinnung, zu einer körnig trüben Masse. Jedenfalls bilden sich in ihm von der Oberfläche nach innen fortschreitend Veränderungen aus, welche die Homogenität der Masse aufheben und die ursprünglich glasartig durchsichtige glänzende Faser in eigenthümlicher Weise umwandeln (siehe Holzschnitt 20 *d*), was durch Wasserzusatz beschleunigt wird, während bei Aufbewahrung in Jod-

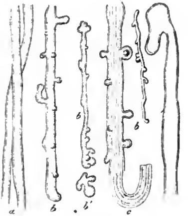


Fig. 19. Markhaltige Nervenfasern ohne SCHWANN'sche Scheide, aus dem Rückenmark frisch; *a* zwei unveränderte Fasern; *bbb* Fasern, bei denen das Nervenmark in unregelmässigen Tropfen auf der Oberfläche hervorgequollen ist; *b'* ein abgelöster derartiger Tropfen (sog. Myelintropfen); *c* Axencylinder aus der Markscheide hervorragend.

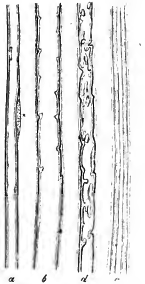


Fig. 20. Markhaltige Nervenfasern mit Schwann'scher Scheide frisch. *a* mit einem Kern in der Scheide bei ×; *b* sehr breit, *c* zwei feine dicht neben einander, *d* durch Zerrung so verändert, dass das Nervenmark sogenannte Gerinnungsfiguren zeigt. Aus dem plexus lumbalis des Frosches.

serum das Nervenmark sich viele Stunden unverändert erhalten kann. Auch durch Einlegen in Lösungen von Ueberosmiumsäure kann die sogenannte Gerinnung des Nervenmarkes verhindert werden. Dasselbe färbt sich in dieser Flüssigkeit sehr schnell dintenschwarz.

Die markhaltigen Fasern der Centralorgane sind in eine äusserst feinmaschige, zähe, spongiöse Bindesubstanz eingebettet, deren eigenthümliche Consistenz die Fasern trotz ihrer Weichheit und des Mangels besonderer schützender Hüllen vor Veränderung bewahrt. Die markhaltigen Nervenfasern der peripherischen Nerven dagegen mit einziger Ausnahme vielleicht des Nervus opticus und acusticus besitzen ausserhalb ihrer Markscheide eine jede eine

besondere bindegewebige Hülle, die sogenannte Schwann'sche Scheide. Diese ist entweder eine structurlose, glashelle, zarte Haut, von ähnlicher Consistenz und chemischer Beschaffenheit, wie das Sarkolemma der Muskelfasern, oder besteht aus mehrfachen Lagen fibrillären Bindegewebes. Ebenso wie bei jenem kommen auch in ihr in gewissen Abständen Kerne eingebettet vor. Ist die Haut sehr dünn, so wird das Aussehen der markhaltigen Nervenfasern durch ihre Anwesenheit kaum verändert. Der glänzende Aussenrand der Markscheide macht die Wahrnehmung einer verschwindend dünnen, schwach Licht brechenden Schwann'schen Scheide fast unmöglich. Aber die Festigkeit der einzelnen Nervenfasern wird durch diese Scheide ausserordentlich erhöht und die leichte Isolirbarkeit der Fasern auf längere Strecken, wie sie bei peripherischen Nerven möglich ist, beruht wesentlich auf der Anwesenheit dieser Scheide. Sie verhindert auch das Hervorquellen des Nervenmarkes in der Continuität der Faser, also die Bildung von Varicositäten der Oberfläche, wie sie für die markhaltigen Fasern der Centralorgane charakteristisch sind (Fig. 19). Der ausserordentliche Unterschied in der Consistenz und im Aussehen centraler und peripherischer markhaltiger Fasern bei gleicher Dicke und gleicher Zusammensetzung aus Nervenmark und Axencylinder ist wesentlich auf die An- oder Abwesenheit der Schwann'schen Scheide zu beziehen. In einzelnen Fällen findet man die Scheide messbar dick, so z. B. bei isolirt verlaufenden Nervenfasern im Mesenterium des Frosches oder noch dicker in den elektrischen Organen von Torpedo[1], ja sie kann aus vielen ineinander geschachtelten Röhren bestehen, wie bei der zu den elektrischen Organen des Zitterwelses (Malapterurus) ziehenden Nervenfaser, welche die Dicke einer Stricknadel besitzt und doch nur eine einzige markhaltige Primitivfaser enthält[2]. In diesen Fällen sind auch die Kerne in der Scheide viel deutlicher. Ist die Scheide sehr dünn, so gelingt es im frischen Zustande nur an abgerissenen Enden der Fasern, ihrer auf kurze Strecken ansichtig zu werden. Zersetzung und Entfernung des Nervenmarkes durch Fäulniss oder eingreifende Reagentien (concentrirte Säuren, Alkohol und Aether zur Entfernung des Fettes der Markscheide) sind dann die einzigen Mittel, die Schwann'sche Scheide deutlicher zu demonstriren.

Ebenso wie eine zarte Schwann'sche Scheide auf der Oberfläche des Nervenmarkes im frischen Zustande der Nervenfaser kaum wahrnehmbar ist, so lässt sich auch der Axencylinder innerhalb der frischen Markscheide nur schwer erkennen. Die Glanzlinien, welche die stark Licht brechende Substanz der letzteren nach aussen begrenzen und die Schnörkellinien, welche die allmählich vorschreitende Gerinnung im Innern des Nervenmarkes erzeugt, lassen es gewöhnlich nicht zu, den Unterschied in der Lichtbrechung zwischen Axencylinder und Nervenmark wahrzunehmen. Dagegen gelingt es leicht, an

1) Vergl. Rud. Wagner, Ueber d. feinen Bau d. elektr. Organes im Zitterrochen, 1847 Fig. III B, und weiter unten Holzschnitt 23.

2) Bilharz, das elektr. Organ des Zitterwelses p. 21.

den markhaltigen Fasern der Centralorgane, denen die Schwann'sche Scheide fehlt, den Axencylinder wenigstens auf kurze Strecken zu isoliren. So überzeugt man sich an ganz frischen Präparaten, dass derselbe in dicken markhaltigen Fasern dick, in dünnen dünn ist und eine blasse Faser darstellt von den oben geschilderten Eigenschaften. Uebrigens ist es möglich, auch im ganz frischen Zustande an dicken, markhaltigen Fasern der Centralorgane den Axencylinder mit seiner fibrillären und feinkörnigen Structur innerhalb der Markscheide deutlich zu erkennen, wie Figur 21 von einer Faser aus dem Gehirn des Zitterrochen zeigt. Hierdurch halte ich den letzten möglichen Zweifel an der früher vielfach bestrittenen Präexistenz des Axencylinders für beseitigt.

Die Isolirung der Axencylinder wird ausserordentlich erleichtert durch vorherige Anwendung von Flüssigkeiten, welche Eiweisssubstanzen allmählich rhärten, wie dünner Lösungen von Chromsäure, doppeltchromsaurem Kali, Sublimat und anderen. Wenn dieselben in passendem Concentrationsgrade einvirken, erhärten sie den Axencylinder ohne stärkere Trübung oder körnige erinnung, während das Nervenmark brüchig und bröckelig wird. An solchen räparaten von markhaltigen Nervenfasern, z. B. der Stränge des Rückenarks, sind die Axencylinder auf lange Strecken auf das leichteste aus der rkscheide theilweise oder vollständig zu isoliren, während perierische Nerven der resistenten Schwann'schen Scheide wegen nder ausgezeichnete Präparate liefern. Um die Axencylinder in zu sehen, fertigt man feine Querschnitte durch gut erhärtetes kenmark oder Nerven und imbibirt dieselben auf die bekannte se mit Carmin. Dabei färben sich die Axencylinder roth, wähl die Markscheide ungefärbt bleibt. Die bei der Erhärtung al in Alkohol unvermeidliche Schrumpfung des weichen sehr erreichen Axencylinders hat zur Folge, dass die rothen Axenler-Querschnitte solcher Präparate meist eine zackige Beung darbieten und viel weniger Raum einnehmen als nach ntersuchung frischer Nervenfasern zu erwarten stand. Auch Längsrichtung kann man an imbibirten Präparaten den Axencylinder in der ungefärbten Markscheide liegen sehen, wenn man die Markscheide durch Behandlung mit Kreosot erpentinöl durchsichtig macht. Die ausserordentliche Vernheit in der Dicke der Axencylinder zur Anschauung zu , sind Querschnitte des Rückenmarks besonders geeignet. einem frisch zerzupften Nerven die Axencylinder schnell zu machen, sind die Methoden von Pflüger ldeyer die besten. Man bringt auf das möglcken angefertigte Präparat nach Pflüger einen Collodium, nach Waldeyer Chloroform, und Deckglas auf. Die Markscheide verliert da-



Fig. 21. Breite markhaltige Nervenfaser frisch aus dem Gehirn des Zitterrochen, in deren Innerm sich die Structur des Axencylinders erkennen lässt.

durch ihren Glanz und in den meisten Nervenfasern erscheint der Axencylinder sehr deutlich als feinkörnige Centralfaser.

Ueber die verschiedene Dicke peripherischer markhaltiger Nervenfasern namentlich die Unterschiede cerebrospinaler und sympathischer, welche sehr erheblich sind, besitzen wir sehr ausführliche Angaben von Bidder und Volkmann [1].

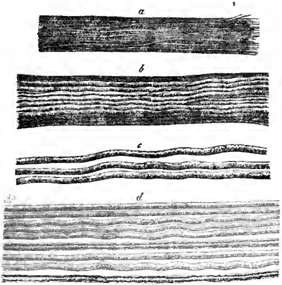
An die bisher betrachteten verschiedenen Arten von Nervenfasern schliesst sich eine vierte an, welche ebenfalls in peripherischen Nerven vorkommt, aber von der zuletzt betrachteten Art durch den Mangel der Markscheide ausgezeichnet ist, daher gewöhnlich als die der peripherischen marklosen Nervenfasern bezeichnet wird. Es sind dies Fasern, welche aus einem dickeren oder dünneren Bündel von Nervenprimitivfibrillen nach Art der Axencylinder bestehen und durch eine kernhaltige Schwann'sche Scheide zusammengehalten werden. Sämmtliche Verzweigungen des Nervus olfactorius in der Nasenschleimhaut aller Wirbelthiere bestehen aus solchen marklosen Nervenfasern. Ferner kommen sie häufig im Sympathicus vor, dessen Eingeweideäste sie oft allein zusammensetzen, wie z. B. die mehr als ein Millimeter dicken Milznerven der Wiederkäuer. Hier beobachtete sie Remak zuerst [2], daher die marklosen Sympathicusfasern auch den Namen der Remak'schen führen. Manche zeigen den fibrillären Bau viel auffallender als andere, worauf Pflüger [3] bei Gelegenheit seiner Untersuchung der Speicheldrüsen-Nerven aufmerksam machte und danach zwei Arten unterschied. Es ist wesentlich dieselbe Form der Nervenfasern, wie sie mit einigen Ausnahmen den wirbellosen Thieren zukommt. Nervenstränge, welche aus solchen Fasern bestehen, haben nicht das glänzend-weisse Aussehen der gewöhnlichen Nerven, sondern sind halb durchsichtig, grau, gallertartig, wie eine embryonale Sehne. Sind sie von dem festeren, umgebenden Bindegewebe befreit, so lassen sie sich eben so leicht in ihre Fasern zerlegen wie andere Nerven, was durch die Festigkeit der Schwann'schen Scheide der Einzelfasern bedingt ist. Die Dicke dieser marklosen Nervenfasern variirt sehr bedeutend. Im Sympathicus gehen sie kaum über den Durchmesser mitteldicker markhaltiger Fasern hinaus, aber im Olfactorius mancher Thiere finden sich Fasern mindestens von der 3—4fachen Dicke der ansehnlichsten markhaltigen. Solche dicke Fasern, wie Figur 22*a* eine aus der Nasengrube des Hechtes zeigt, bestehen frisch aus einer sehr weichen, fast zerfliesslichen, parallelstreifigen und zugleich feinkörnigen Masse, welche in eine glashelle, scharf contourirte Scheide eingeschlossen ist, in welcher durch Essigsäurezusatz Kerne hervortreten. Bei vorsichtiger Erhärtung wird die fibrilläre Structur sehr deutlich, indem sich jetzt die ganze Inhaltsmasse

1) Die Selbständigkeit des sympathischen Nervensystems. Leipzig 1842.

2) Observationes anatomicae et microscop. de systematis nervosi structura. Berol. 1838. Remak selbst nennt sie später (Monatsber. d. Berl. Akad. 1853, 12. Mai) gangliöse Fasern.

3) Die Endigungen der Absonderungsnerven in den Speicheldrüsen. Bonn 1866, p. 31.

der Scheide in Fibrillen nach Art der Nervenprimitivfibrillen zerspalten lässt, zwischen denen die feinen Körnchen und Pünktchen als interfibrilläre Masse eingelagert sind. Beim Menschen und den meisten übrigen Wirbelthieren besitzen die Olfactoriusfasern nicht die Dicke wie bei den Fischen, sondern gleichen ungefähr denen des Sympathicus, sind aber bündelweise wieder von einer gemeinschaftlichen kernhaltigen Scheide eingeschlossen, so dass Bündel entstehen, wie das beistehend *b* gezeichnete vom Menschen. Hier wie im Sympathicus (*c*) ist die Substanz der einzelnen Fasern eine fibrilläre und fein punktirte und besteht wahrscheinlich aus Primitivfibrillen und einer interfibrillären Substanz.



2. **Marklose** Nervenfasern *a* aus dem Olfactorius des Hechtes, *b* aus dem Olfactorius enschen, *c* aus dem Sympathicus (Milznerv) vom Ochsen, *d* aus dem zum Jacobson-Organe gehörenden Nerven des Schafes, hier zwei markhaltige Fasern dazwischen.

ach dieser Darstellung des Baues der Nervenfasern hätten wir also kurz le Arten zu unterscheiden:

rimitivfibrillen.
rimitivfibrillenbündel.
imitivfibrillen mit Markscheide.
imitivfibrillenbündel mit Markscheide.
mitivfibrillenbündel mit Schwann'scher Scheide (marklose Nervenfaser Sympathicus, Olfactorius und bei den meisten wirbellosen Thieren).
mitivfibrillenbündel mit Markscheide und Schwann'scher Scheide (die ern der meisten cerebrospinalen Nerven).

1 und 2 können als nackte Axencylinder, wo sie von der Scheide umgeben sind schlechtweg als Axencylinder bezeichnet werden. Ob Nervenfasern mit Markscheide und Schwann'scher Scheide vorkommen, deren Axencylinder nur eine einzige Nervenprimitivfibrille darstellt, bleibt dahingestellt.

Will man die Nervenfasern nach der An- oder Abwesenheit des Nervenmarkes in zwei Gruppen theilen, so würden in diesen folgende Unterabtheilungen entstehen:

I. Marklose Fasern:
1. Primitivfibrille,
2. Primitivfibrillenbündel,
3. dieses letztere mit Schwann'scher Scheide.

II. Markhaltige Fasern:
1. Primitivfibrille mit Markscheide,
2. Primitivfibrillenbündel mit Markscheide,
3. dieses letztere zugleich mit Schwann'scher Scheide.

Man sieht, die Primitivfibrille kommt als Elementarbestandtheil allen Nervenfasern zu. Die Variationen beruhen auf der Masse der zu einem Strange zusammengefassten Fibrillen und auf der An- oder Abwesenheit der Markscheide und der Schwann'schen Scheide. Es erhellt zugleich, ein wie complicirtes Gebilde eine sogenannte markhaltige Nervenprimitivfaser eines peripherischen Nerven ist, indem dieselbe aus einem Bündel durch interfibrilläre Masse verkitteter Primitivfibrillen (dem sogenannten Axencylinder) und aus zwei einhüllenden Scheiden aufgebaut ist.

Die obige Darstellung weicht von dem Hergebrachten ab vornehmlich durch die Annahme der Primitivfibrillen als letzten Structurelementes aller Nervenfasern. Für die marklosen Fasern des Olfactorius und Sympathicus habe ich die fibrilläre Beschaffenheit der den meisten Beobachtern mehr feinkörnig als faserig erschienenen Nervensubstanz schon früher wahrscheinlich gemacht [1], in welcher Ansicht mir viele spätere Beobachter beigetreten sind wie Waldeyer [2], Pflüger [3] u. A. Hier kommt die Aehnlichkeit mit den Nervenfasern der meisten wirbellosen Thiere in Betracht, welche allen neueren Beobachtungen zufolge ebenfalls Fibrillenbündel mit interfibrillärer körniger Substanz darstellen [4], worin nur viele Krebse insofern eine Ausnahme machen, als bei ihnen ein Analogon der Markscheide auftritt, in deren Innerem Fibrillenbündel wie eine Art Axencylinder eingeschlossen liegen [5].

Für die Axencylinder der markhaltigen Nervenfasern des Menschen und der Wirbelthiere ist seit ihrer ersten Beobachtung durch Remak wiederholt der Gedanke an eine fibrilläre Zusammensetzung aufgetaucht. Remak selbst beschreibt den Axencylinder, den er Axenschlauch nannte, da er ihn für hohl hielt, wie mit feinen Parallellinien gezeichnet und deutete dieselben auch als Ausdruck einer Faserung [6].

---

1) Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut, p. 63.
2) Zeitschrift für rationelle Medicin, Bd. 20, 1863, p. 202.
3) Die Endigungen der Absonderungsnerven in d. Speicheldrüsen, 1866, p. 31.
4) Vergl. vor allen Leydig, Lehrbuch d. Histologie d. Menschen und d. Thiere, 1857.
5) Remak und E. Häckel, letzterer in Müller's Archiv 1857. p. 469.
6) Observationes anatom. etc. 1838 p. 2 Note 2.

Bei seinen Nachfolgern befestigte sich jedoch immer mehr die Ansicht, dass der Axencylinder ein homogenes Gebilde sei, welcher sich neuerdings auch noch Waldeyer anschloss, dem wir eine gründliche Arbeit über den Axencylinder verdanken [1]. Waldeyer giebt die Wahrscheinlichkeit einer Entstehung des letzteren aus Einzelfibrillen in den Centralorganen zu, wie er denn andrerseits den peripherischen Zerfall in Einzelfibrillen betont, aber in seinem Verlauf hält er den Axencylinder für ein homogenes Gebilde.

Zu demselben Resultate kommt Kölliker, der nach Anführung zahlreicher Gründe, welche für die fibrilläre Beschaffenheit des Axencylinders sprechen könnten, mit den Worten schliesst [2]: »Es fehlen somit für einmal alle und jede bestimmtere Beweise für eine fibrilläre Beschaffenheit der Axencylinder.«

Ich bin weit entfernt läugnen zu wollen, dass der Axencylinder, wie wir ihn zur Beobachtung zu bringen pflegen, den Eindruck eines mehr homogenen als fibrillären Stranges zurücklässt. Bei mässigen Vergrösserungen und in der gewöhnlichen Weise erhärtet erscheint seine Substanz gleichförmig oder in parallelen Zügen feinkörnig. Je mehr ich jedoch bei der Untersuchung eine stärkere Erhärtung vermeide, je ähnlicher die Consistenz und Lichtbrechungsverhältnisse dem frischen Zustande erhalten sind und je stärker vor Allem die Vergrösserung gewählt wird, um so deutlicher erkenne ich eine parallele Streifung und eine Substanz feinkörniger Natur zwischen den Streifen, welche ich nur auf eine Zusammensetzung aus Fibrillen und interfibrillärer Substanz zurückzuführen vermag. Ich benutzte zur Untersuchung vornehmlich die Seitenstränge des Rückenmarkes mit ihren dicken markhaltigen Fasern, aus denen man, da sie der Schwann'schen Scheide entbehren, den Axencylinder leicht isoliren kann sowohl ganz frisch in Serum, als noch besser nach vierundzwanzigstündiger oder längerer Maceration in Jodserum, in welchem die Axencylinder ein wenig erhärten ohne zu schrumpfen oder ihr Aussehen zu verändern. Ganz ausgezeichnete Dienste leistet auch hier wieder die Osmiumsäure, deren Lösungen von $\frac{1}{2}$—$\frac{1}{8}$% nach kurzer Einwirkung die Axencylinder erhärten ohne sie in ihrem Volum wesentlich zu ändern und ohne eine Spur körniger Gerinnung in ihnen zu erzeugen. Solche von der Markscheide befreite Axencylinder zeigen die parallelstreifige Zeichnung ganz besonders deutlich. Aber selbst innerhalb der Markscheide kann man die faserige und körnige Structur des Axencylinders sehen, wie ich mich zuerst an den dicken Fasern des Gehirns von Torpedo überzeugte, welche eine verhältnissmässig dünne Markscheide besitzen [3].

Ganz entscheidend für die fibrilläre Zusammensetzung des Axencylinders ist die Beobachtung seines Ursprunges aus den grossen Nervenzellen des Rückenmarkes oder des Gehirns. Ich muss in dieser Beziehung auf das Folgende und auf mein eben citirtes Programm verweisen, in welchem die speciellen Beobachtungen niedergelegt sind, und erwähne hier nur, dass die Fibrillen, welche aus der Zellsubstanz convergirend austreten, um den Axencylinderfortsatz der Zelle zu bilden, einzeln und durch interfibrilläre Masse oft weit von einander getrennt verlaufen (vergl. Figur 18, 29 und 30 bei *a*). Die Bildung des eigentlichen Axencylinders kommt dann dadurch zu Stande, dass die interfibrilläre Masse an Menge abnimmt, die Fibrillen sich immer enger in parallelem Verlaufe aneinander legen, so dass endlich nur noch ganz geringe Mengen der interfibrillären Substanz persistiren. Auch an der Peripherie ist an einzeln verlaufenden Axencylindern wie z. B. in den Vater-Pacini'schen Körperchen die fibrilläre Beschaffenheit sehr gut zu sehen, wie

1) Zeitschrift für rationelle Medicin, Bd. 20, 1863, p. 193.

2) Gewebelehre, 5. Aufl. 1867 p. 244. 3) Vergl. meine Schrift Observationes de cellularum fibrarumque nervearum structura. Bonner Universitätsprogramm 1868, Fig. 5 und oben Holzschnitt 21 p. 113.

mir Dr. Grandry zeigte, wenn man nur ganz frisch und ohne Zusatz anderer Flüssigkeiten als Serum und mit hinreichend starker Vergrösserung untersucht.

Ich betrachte es als sehr wohl möglich, dass trotz dieser Beobachtungen Axencylinder vorkommen, bei denen die ursprünglich fibrilläre Beschaffenheit durch Verschmelzung der Fibrillen untereinander verloren gegangen ist, homogen geworden sind, ich betone aber als Princip für den Aufbau der dickeren Axencylinder die Zusammensetzung aus mehreren Primitivfibrillen, wie sie sich im Centrum zusammenfügen und meist auch an der Peripherie durch Verästelung wieder isoliren. Aus physiologischen Gründen halte ich auch an der Möglichkeit einer isolirten Leitung in diesen constituirenden Fibrillen fest, selbst wenn nur Spuren einer interfibrillären Substanz vorhanden sind.

Ich führe noch an, dass diese meine Darstellung in allen wesentlichen Stücken abweicht von derjenigen Stilling's [1], welcher den Axencylinder zwar auch für ein complicirt faseriges Gebilde erklärt, aber seine Elementarfäserchen überall auf der Oberfläche ausbrechen und mit Bestandtheilen des Nervenmarkes sich verbinden lässt, welches auch wieder aus feinen Fasern oder Röhrchen bestehen soll. Stilling hat, wie bereits allgemein anerkannt ist, die präformirte Structur nicht von den Gerinnungsproducten seiner in Chromsäure erhärteten Nervenfasern zu unterscheiden vermocht.

Ein sehr eigenthümliches und nicht hinreichend aufgeklärtes Verhalten bieten sowohl nackte als mit Markscheide umgebene Axencylinder dar, wenn dieselben mit dünnen Lösungen von Argentum nitricum im Dunkeln imprägnirt später dem Lichte ausgesetzt werden. Nach Frommann [2], welcher die ersten hierher gehörigen Beobachtungen machte, hat Dr. Grandry [3] die Sache weiter verfolgt. Es tritt bei dieser Behandlung an den Axencylindern eine feine Querstreifung auf bedingt durch partielle Ausscheidung braunschwarzer Silberverbindungen, welche stellenweise so regelmässig ist, dass sie an die Structur der quergestreiften Muskelfasern erinnert, an anderen Stellen wieder grosse Unregelmässigkeiten zeigt. Nach längerer Einwirkung des Lichtes schwindet sie allmählich, indem Alles gleichmässig braunschwarz wird. Diese Streifung zeigen, wie Grandry nachgewiesen hat, nicht nur die Axencylinder, sondern auch die verästelten Fortsätze der Ganglienzellen und die Zellkörper selbst oft in der überraschendsten Weise. Diese Verhältnisse mit einer feineren Structur der genannten Gebilde in Verbindung zu bringen, ist bisher nicht gelungen.

Theilung der Nervenfasern.

Eine Eigenthümlichkeit der Nervenfasern in ihrem Verlaufe ist die Theilung derselben. Diese vollzieht sich sehr gewöhnlich in der Nähe ihres peripherischen Endes. Man beobachtet sie ferner in den Centralorganen, am seltensten in den Nervenstämmen. Dieselbe kann alle Arten von Nervenfasern betreffen mit Ausnahme der Primitivfibrillen. Getheilte und verästelte Primitivfibrillenbündel sind die Ausläufer vieler multipolarer Ganglienzellen. Im Olfactorius beobachtet man die schnell hintereinander sich wiederholenden Theilungen der mit Schwann'scher Scheide versehenen marklosen Fasern, wobei die Scheide sich auf die Aeste fortsetzt [4]. Die am häufigsten besprochene Thei-

1) Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarkes, 1859, p. 708.

2) Virchow's Archiv Bd. 31, Taf. VI, Fig. 11—16.

3) Recherches sur la structure intime du cylindre de l'axe et des cellules nerveuses. Bulletin de l'Académie royale du Belgique, Mars 1868.

4) Besonders vollkommen zu beobachten in den dünnen Blättchen der Nasengruben von Rochen und Haifischen. M. Schultze, Bau der Nasenschleimhaut Taf. IV, Fig. 8 u. 9.

lung ist aber die der markhaltigen Fasern, wie sie z. B. bei den Muskelnerven beobachtet wird[1]. Diese Theilung ist gewöhnlich eine dichotomische und betrifft alle Bestandtheile der Nervenfaser. Die Theilung der fibrillären Axencylinder besteht wahrscheinlich nur in einer allmählich fortschreitenden Isolirung der sie zusammensetzenden Primitivfibrillen. Die Markscheide setzt sich bei der Theilung continuirlich über die Aeste fort und verliert sich erst an den letzten Endverästelungen. Dabei ist sehr bemerkenswerth, dass an der Theilungsstelle selbst durch eine plötzliche Abnahme in der Menge des Nervenmarks eine Verdünnung der Nervenfaser vorzukommen pflegt, hinter welcher sich nach vollzogener Theilung das Mark wieder in grösserer Menge vorfindet. Ebenso theilt sich die Schwann'sche Scheide. Da die Theiläste zusammengenommen gewöhnlich viel dicker sind als die Stammfaser, die Axencylinder aber an Dicke abnehmen, so müssen die Scheiden in die Dicke wachsen. Dies gilt namentlich für die Markscheide, deren Dicke bei dünnen Axencylindern im Verhältniss viel erheblicher ist als bei dicken. Statt der dichotomischen Theilung kommt auch eine solche vor, wo drei, vier und mehr bis fünfundzwanzig Aeste durch plötzliche Spaltung aus einer Stammfaser hervorgehen, wie dies an den Nerven des elektrischen Organs des Zitterrochen zuerst von Rudolph Wagner beobachtet worden ist[2]. Das

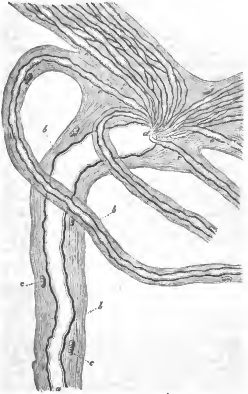


Fig. 23. Markhaltige Nervenfaser aus dem elektrischen Organ von Torpedo in der Theilung, und mit sehr dicker Schwann'scher Scheide, *a* Stammfaser, *b* Scheide, *c* Kern derselben, *d* Theilungsstelle, *e* Aeste. Nach R. Wagner.

1) Vergl. namentlich Reichert Müller's Archiv 1851, p. 29; die ersten derartigen Theilungen markhaltiger Nervenfasern in Muskeln beobachteten E. Brücke und Joh. Müller, siehe des letztern Handbuch der Physiologie, 4. Aufl. Bd. 1 p. 524. Ueberhaupt die ersten Theilungen markhaltiger Fasern sah Paul Savi in den electr. Organen von Torpedo 1844.

2) Feiner Bau des elektr. Organs im Zitterrochen, 1847, p. 17.

bei weitem merkwürdigste Beispiel von Nervenfasertheilung ist aber das Vorkommen beim Zitterwels *(Malapterurus electricus)*. Hier empfängt nach Bilharz's Entdeckung jedes der beiden elektrischen Organe, welche wie eine Speckschwarte unter der Haut liegen, einen Nerven aus der Medulla oblongata, welcher aus nur einer einzigen markhaltigen Faser besteht von 0,025 Millimeter Dicke [1], welche sich, um je einen peripherischen Endast zu jeder elektrischen Platte abgeben zu können, Millionen Male theilen muss.

Die Schwann'sche Scheide schwindet bei der Theilung früher oder später, jedenfalls kommt eine solche an den letzten Einzelfibrillen nicht mehr vor, wie man sie z. B. aus den Nerven der Hornhaut hervorgehen sieht. Hier verschwindet zunächst das Mark früher oder später auf der Oberfläche des Axencylinders. Gleichzeitig oder etwas später entzieht sich auch die Schwann'sche Scheide der Beobachtung, der Axencylinder, welcher allein übrig ist, theilt sich wiederholt, endlich dringen, wie Hoyer [2] und Cohnheim [3] zuerst nachgewiesen haben, die feinen Primitivfibrillen aus dem subepithelialen Gewebe zwischen den Zellen der Pflasterepithelialschicht der Conjunctiva corneae ein und enden frei an der Oberfläche derselben. Aehnliches ist bei vielen andern Nerven zu beobachten, wie beim Hör- und Sehnerven, in der Zunge, in den Drüsen u. s. w., wo aber jede Primitivfibrille sich noch mit einem besondern Endapparat verbindet, von dem später die Rede sein wird. In manchen Fällen bleibt aber auch die Zerspaltung in Primitivfibrillen aus, d. h. es endet ein Axencylinder von ansehnlicher Dicke, soweit wir bisjetzt wissen, ohne vorher in feinste Fibrillen zerfallen zu sein. Die hierhergehörigen Beispiele, manche elektrische Organe, die quergestreiften Muskeln, die Vater'schen Körperchen werden freilich vor einer genaueren Analyse wenigstens zum Theil nicht als Ausnahmen von der Regel bestehen können.

2. Von den peripherischen Endorganen.

Die peripherische Zerspaltung in Primitivfibrillen scheint bei allen Sinnesnerven vorzukommen, namentlich da, wo es auf eine Perception möglichst vieler verschiedener Eindrücke auf kleinstem Raume ankommt. Hier finden sich auch besondere Endorgane an jeder Faser, von denen ausführlicher bei jedem einzelnen Sinnesorgan die Rede sein wird, welche der allgemeinen Gesichtspunkte wegen aber hier namhaft gemacht werden sollen. In der Riechschleimhaut sind es zwischen den pallisadenförmigen Epithelialzellen der regio olfactoria gelegene spindelförmige, äusserst vergängliche Zellen mit je einem centralen und peripherischen Ausläufer, von welchen der centrale eine vollkommene Uebereın-

1) Nach Bilharz l. c. p. 22: $1/90'''$.

2) Ueber die Endigung der sensibeln Nerven in der Hornhaut. Virchow's Archiv Bd. 38, 1867, p. 343.

3) Reichert und du Bois-Reymond's Archiv, 1866, p. 180.

stimmung mit den Nervenprimitivfibrillen der Olfactoriusäste zeigt[1]. Der peripherische endet entweder au niveau der freien Fläche der Epithelialzellen, wie beim Menschen, den Säugethieren und den Fischen, oder er geht über diese Fläche hinaus in Form eines langen steifen Haares oder mehrerer feiner, den Wimpern ähnlicher doch meist unbewegter Haare. Ich habe diese Zellen Riechzellen, die Haare Riechhärchen genannt. Aehnlich ist das Verhältniss in der Zungenschleimhaut, nach AXEL KEY auf den papillae fungiformes des Frosches[2], nach SCHWALBE[3] und LOVEN[4] in den Schmeckbechern der wallförmigen und einzelner pilzförmiger Papillen des Menschen und der Säugethiere. Die den Riechzellen entsprechenden Endorgane werden hier Geschmackszellen heissen können. Auch im Gehörorgan sind die Verhältnisse verwandt, indem an den einfacher gebauten Nervenendstellen, nämlich in den Otolithensäckchen und den Ampullen der halbzirkelförmigen Kanäle, die Endäste der markhaltigen Acusticusfasern nach Verlust ihrer Markscheide in das Epithel eindringen und sich nach Auflösung in Primitivfibrillen mit besonderen haartragenden Hörzellen verbinden[5]. Complicirter sind die Nervenendigungen in der Schnecke, namentlich insofern als ein Theil der nicht nervösen Zellen der epithelialen Auskleidung des Schneckenkanals zu den sonderbaren Gebilden des Corti'schen Organs auswächst. Die Nervenendgebilde aber scheinen auch hier wesentlich Haare tragende Zellen zu sein, welche sich mit enorm feinen marklosen Nervenfäserchen (Primitivfibrillen) verbinden. Ganz eigenthümlich gestalten sich die Nervenendapparate des Opticus in der Retina. Es sind die Elemente der Stäbchen- und Zapfenschicht und die kernhaltigen äussern Körner, welche letztere, wie die Endgebilde des Olfactorius spindelförmige Zellen darstellen mit einem centralen und einem peripherischen Ausläufer. Der centrale der Stäbchen ist eine einzelne Primitivfibrille, der centrale der Zapfen ein Bündel von Primitivfibrillen[6]. Der peripherische Fortsatz endigt mit den sogenannten Zapfen und Stäbchen, beide wesentlich ähnlich dadurch, dass sie aus einem blassen, der Ganglienzellensubstanz ähnlichen Innengliede und einem davon scharf abgesetzten, glänzenden, stark Licht brechenden Aussengliede bestehen,

---

1) Ihre Existenz ist zuerst von ECKHARD beim Frosch erkannt (Beiträge z. Anatomie u. Physiologie, Bd. I, 1855, p. 17, Taf. V, Fig. 3, 4 c). Die Beziehungen zum Nervensystem finden sich erläutert von M. SCHULTZE, Monatsber. d. Berl. Akademie 1856, Nov. pag. 504, ausführlicher M. SCHULTZE, Untersuchungen über den Bau d. Nasenschleimhaut. Halle 1862. 4. Mit 5 Tafeln. 2) MÜLLER's Archiv 1861, p. 329. 3) Archiv für mikroskop. Anatomie Bd. III, p. 154, Bd. IV, p. 154. 4) Ebend. Bd. IV, p. 96.

5) Vergl. M. SCHULTZE, Ueber die Endigungsweise des Hörnerven im Labyrinth, MÜLLER's Archiv 1858 p. 343. FRANZ EILH. SCHULZE ebenda 1862 p. 381. ODENIUS Archiv f. mikr. Anatomie Bd. III, p. 115. HASSE weicht von dieser Darstellung insofern ab, als er eine Theilung des Axencylinders in feinere Fäserchen (Primitivfibrillen) nicht beobachten konnte (u. A. Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XVII, p. 638, Bd. XVIII. p. 89). Ich muss für die von mir beschriebenen Objecte die Richtigkeit meiner Darstellung und Abbildungen aufrecht erhalten. Sehr wichtig für das hier in Rede stehende Verhältniss ist auch die Berücksichtigung des Gehörorganes der wirbellosen Thiere, vergl. HENSEN, Zeitschr. für wissensch. Zoologie, Bd. 13, p. 319, über das Gehörorgan der Krebse.

6) M. SCHULTZE, Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. II, Taf. X.

bei den Stäbchen von cylindrischer, bei den Zapfen von konischer Gestalt. Die Structur dieser Aussenglieder, aller Wahrscheinlichkeit nach der eigentlichen Endgebilde, auf deren Erregung die Perception beruht, ist anders als bei irgend einem andern nervösen Organ, nämlich eine Schichtung in dünne Plättchen senkrecht auf ihrer Längsaxe[1]. Die Tastnerven der Haut endlich endigen in den sogenannten **Tastkörperchen**, das sind ei- oder kugelförmige, sehr weiche und vergängliche Körper im Innern vieler Tastpapillen der Haut[2], mit deren jedem sich ein oder mehrere markhaltige Nervenfasern verbinden und sich dabei theilen, ohne dass bisher volle Klarheit über die letzte Endigung der Primitivfibrillen gewonnen werden konnte.

Zum Tastsinn in nächster Beziehung stehen sodann wahrscheinlich die Nervenhaare auf der Oberhaut junger Fische und nackter Amphibien, welche F. E. Schulze beschrieb[3], und deren Anordnung in Büscheln an die Nervenhaare in den Ampullen der Gehörorgane erinnert. Dieselben erscheinen sehr geeignet zur Perception von Bewegungen des Wassers, in welchem diese Thiere leben. Bei den Fischen bildet sich aus ihnen das Seitenkanalsystem mit seinen durch Leydig bekannt gewordenen Nervenknöpfen. Eine ganz ähnliche Beziehung der Nerven zu Haare tragenden Epithelialzellen habe ich in den Savi'schen Bläschen des Zitterrochen kennen gelehrt[4]. Nach neuen demnächst zu publicirenden Untersuchungen von Franz Boll sind auch die bekannten nervenreichen Ampullen der sogenannten Schleimkanäle des Kopfes der Rochen und Haifische mit Haare tragenden Zellen ausgekleidet.

Als Endorgane sensibler Nerven betrachtet man ferner die **Vater**'schen oder **Pacini**'schen **Körperchen**, welche beim Menschen vornehmlich im Unterhautbindegewebe der Finger- und Zehenseiten neben den volaren und plantaren Nervensträngen, ferner an den Gelenknerven und zwischen vielen Muskeln des Rumpfes und der Extremitäten[5] vorkommen, bei Thieren von vielen andern Körperstellen bekannt sind, wohl am leichtesten aus dem Mesenterium der Katze zur Untersuchung entnommen werden. Ein jedes dieser Körperchen nimmt eine markhaltige Nervenfaser auf, welche nicht wieder aus demselben heraustritt. Das Körperchen selbst besteht aus vielen Lagen concentrisch geschichteter, nach innen immer enger aneinander rückender bindegewebiger Blätter und umschliesst einen Hohlraum mit weicher, sehr veränderlicher, nach dem Tode gerinnender, mit eigenthümlichen Kernen besetzter Substanz gefüllt, in dessen Inneres die Nervenfaser eintritt. Diese besteht nach Verlust der Markscheide, und nachdem sich die Schwann'sche Scheide schon vorher in die bindegewebigen Hüllen des Körperchens verloren hatte, nur noch aus dem Axencylinder, wel-

1) M. Schultze, Archiv f. mikr. Anatomie, Bd. III, p. 215. Dazu kommt dann noch die Differenzirung einer oder mehrerer Axenfasern im Aussengliede, die Ritter zuerst gesehen hat, worüber namentlich Hensen, Virchow's Archiv Bd. 39, p. 475, Taf. XII, nachzusehen ist.

2) Wir verdanken die Entdeckung dieser Gebilde Meissner und Rud. Wagner. Göttinger Nachrichten 1852 Nr. 2. Ausführlicher Meissner, Beitrag z. Anatomie und Physiologie der Haut, Leipzig 1853.

3) Müller's Archiv 1861, p. 759.

4) Untersuchungen über den Bau der Nasenschleimhaut 1862, p. 11. Hier findet sich eine ausführlichere Darstellung der bis dahin bekannten Beziehungen der Nerven zu epithelialen Bedeckungen.

5) Vergl. Rauber, Untersuchungen über das Vorkommen und die Bedeutung der Vater'schen Körper, 1867.

eher mit einem Knöpfchen endigen soll[1]. Dr. Grandry, welcher die Pacini'schen Körperchen mittelst stärkerer Vergrösserungen, als sie bisher zu diesem Behufe angewandt zu sein scheinen, untersuchte, fand eine sehr deutliche faserige Structur des Axencylinders im Innern derselben und das Endknöpfchen bestehend aus feinkörniger Substanz, gegen welche die divergirend auseinander laufenden Endfibrillen sich deutlich absetzen. Verwandt sind die von Krause beschriebenen und abgebildeten viel kleineren Nervenendkörperchen der Conjunctiva, der Genitalien und anderer Körperstellen die zum Theil wesentlich nur durch den Mangel der geschichteten dicken Hülle von den Vater'schen Körperchen verschieden sind[2].

Die Endigung der Nerven an den quergestreiften Muskelfasern ist vielfach Gegenstand ausführlicher Untersuchungen gewesen. Wir wissen jetzt durch Kühne, Engelmann und Andere, dass ziemlich dicke Axencylinder unter das Sarkolemma der Muskelfasern dringen und sich entweder in dem sogenannten Nervenhügel auf der contractilen Substanz als Nervenendplatte verästeln oder wie beim Frosch im Innern der contractilen Substanz, also wahrscheinlich in der interfibrillären Masse, in Primitivfibrillen auflösen. Für die glatten Muskelfasern hat kürzlich Frankenhäuser einen Zusammenhang der Nervenprimitivfibrillen mit den Kernkörperchen der Faserzellen behauptet, worüber wie über Muskelnerven überhaupt bei den Muskeln das Nähere nachzusehen ist.

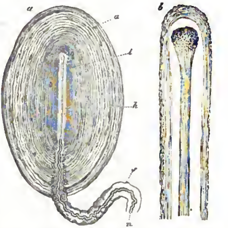


Fig. 24. a Vater-Pacini'sches Körperchen aus dem Mesenterium der Katze bei schwacher Vergrösserung nach E. Ecker. b das Ende der Nervenfaser, bestehend aus einem fibrillären Axencylinder, dessen Fibrillen sich in einer feinkörnigen Masse verlieren bei 1000maliger Vergrösserung nach Grandry's Untersuchungen.

Eine besonders merkwürdige Art der Nervenendigung findet sich in den elektrischen Organen derjenigen Fische, welche mit echten oder sogen. pseudoelektrischen Apparaten versehen sind (*Torpedo* Zitterroche, *Malapterurus* Zitterwels, *Gymnotus* Zitteraal, pseudoelektrische Organe bei *Raja* und *Mor-*

1) Vergl. die vielen Darstellungen dieser Körperchen, deren genauere mikroskopische Untersuchung von Henle und Kölliker's Schrift »Ueber die Pacini'schen Körper an den Nerven des Menschen und der Säugethiere, Zürich 1844 datirt, welcher Arbeit sich zunächst Herbst anschliesst die Pacini'schen Körper und ihre Bedeutung, Göttingen 1848. Neuere Untersuchungen besitzen wir zahlreich, u. A. von Leydig, Krause, Kölliker, Rauber.

2) W. Krause, die terminalen Körperchen, 1860. Anatomische Untersuchungen, 1861. Bense, die Nervenendigungen in den Geschlechtsorganen in der Zeitschrift für rat. Medicin 1868, Bd. XXXIII, p. 1.

myrus). Die Axencylinder der Nervenfasern, welche diese Organe in Abhängigkeit von den Centralorganen des Nervensystems setzen, endigen hier in den sogenannten elektrischen Platten, das sind direkte Ausbreitungen der Nervenfasern zu ansehnlichen Scheiben, welche je eine in jedem durch bindegewebige Septa abgegrenzten Kästchen der genannten Organe liegen. Wie Figur 25 von Mormyrus zeigt, entsprechend den Untersuchungen von A. Ecker, stellt die elektrische Platte eine direkte Ausbreitung der Nervenfasersubstanz dar, wobei es vorkommt, dass die Nervenfasern erst durch Löcher der Platte hindurchtreten (einige Mormyrusarten und Malapterurus) ehe sie sich in die Substanz derselben auflösen. Der Uebergang geschieht immer nur

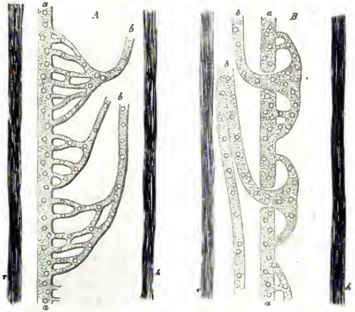


Fig. 25 *A*. Aus dem elektrischen Organ von Mormyrus oxyrhynchus. Ebenso bei M. longipinnis und cyprinoides, *v* vorderes, *h* hinteres bindegewebiges Septum; *aa* elektrische Platte, *bb* Nerven, welche sich in dieselbe einsenken.
B. Aus dem elektrischen Organ von Mormyrus dorsalis. Ebenso bei M. anguilloides, Buchstaben wie bei der vorigen Figur.

auf einer der beiden Scheibenflächen und zwar bei allen Platten eines und desselben Thieres auf der der Richtung nach gleichen Fläche also z. B. beim Zitterrochen, bei welchem die Platten ihre Flächen Rücken und Bauch zukehren, immer auf der Bauchfläche, während die Rückenfläche glatt ist. Sonach haben alle diese elektrischen Platten eine glatte freie und eine rauhe, Nervenfasern aufnehmende Fläche und diese sind alle gleich gerichtet. Im Momente des Schlages verhält sich bei allen bisher untersuchten elektrischen Fischen die Seite des Thieres, welcher die rauhe Fläche der elektrischen

Platte zugekehrt ist, negativ gegen die entgegengesetzte. Bei Malapterurus dringt in jede Platte nur eine Nervenprimitivfaser, welche kurz zuvor erst ihre Markscheide verliert, bei allen übrigen in Rede stehenden Thieren sind es viele Fasern. Die Structur dieser aus Eiweisssubstanz bestehenden elektrischen Platte ist in doppelter Weise verschieden. Die Platten der echten elektrischen Organe sind homogene, auf der freien Fläche leicht höckerige Scheiben, in deren Innerm in gewissen Abständen ovale oder kugelige Kerne eingesprengt liegen, hie und da von wenig feinkörniger Substanz umgeben. Die Platten der sogenannten pseudoelektrischen Organe zeigen dieselben Kerne, ihre Substanz aber ist nicht homogen, sondern durch zarte, mäandrisch verschlungene Liniensysteme gezeichnet, deren Ursache eine complicirte Schichtung aus sehr dünnen, vielfach gebogenen Plättchen ist; das Gewebe erinnert einigermaassen an das der quergestreiften Muskelfasern [1].

Von Nervenendigungen in Drüsen sind hier die durch Pflüger entdeckten Endverästelungen in den Speicheldrüsen zu erwähnen [2], welche sich mit den Drüsenzellen in Verbindung setzen, so dass diese letzteren selbst oder ihre Kerne als Endorgane zu gelten haben, worüber das Ausführliche bei den Drüsen nachzusehen ist.

Peripherische Nervenenden in Kernkörperchen von Epidermiszellen beschrieb V. Hensen [3] von der Haut der Froschlarven. Es sind enorm feine Fädchen, welche in Zelle und Kern eindringen und bei der häufigen Verdoppelung der Kernkörperchen auch zwiefach vorhanden sind.

3. Vom Anfang der Nervenfasern in den Centralorganen.

Den Uebergang zur Betrachtung des centralen Ursprungs oder Anfangs der Nervenfasern finden wir in der Beschreibung derjenigen Nervenzellen oder Ganglienzellen, welche sich in den Verlauf der Nervenfasern einbetten und die sogenannten Ganglien darstellen. Die mikroskopische Untersuchung der Ganglien der Hirn- und Rückenmarks- sowie der sympathischen Nerven lehrt übereinstimmend als wesentlichen Theil derselben Zellen kennen, die innerhalb einer relativ ansehnlichen Menge einer dicht feinkörnigen und fibrillären häufig gelb pigmentirten Zellsubstanz Kern und Kernkörperchen sehr deutlich zeigen. Durch Zerzupfen frisch in Serum isolirt sind die meisten dieser Zellen kugelig, doch oft von eigenthümlich unsicherer Begrenzung, jedenfalls ohne doppelt contourirte Membran und von grosser Verletzlichkeit. Schnitte durch frische oder erhärtete Ganglien zeigen diese Zellen in der Lage, von dichtem fase-

1) A. Ecker, Untersuchungen z. Ichthyologie, Freiburg 1857, Berichte d. naturf. Ges. zu Freiburg, 1858, Nr. 28. M. Schultze, über pseudoelektr. Organe. Sitzungsber. d. naturf. Gesellschaft in Halle 1857, p. 17 und in Müller's Archiv 1858, p. 193. Ferner Bilharz, das elektr. Organ des Zitterwelses. 1857 und M. Schultze, zur Kenntniss d. elektr. Organe der Fische. 2 Abtheilungen, Halle 1858 u. 1859.

2) Pflüger, die Endigungen d. Absonderungsnerven in d. Speicheldrüsen. Bonn 1866.

3) Virchow's Archiv, Bd. 31, p. 63, Taf. II, Fig. 14. Archiv für mikroskop. Anatomie, Bd. IV, p. 121.

rigen Bindegewebe umhüllt, in welchem meist grosse Mengen Nervenfasern, markhaltige und marklose eingebettet sind. Jede Zelle liegt ferner in einer Art Kapsel von kernhaltigem Bindegewebe, innerhalb welcher sie sich bei Anwendung stärker erhärtend wirkender Flüssigkeiten zusammenzieht.

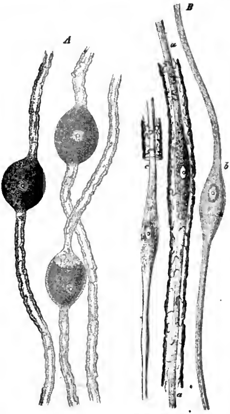


Fig. 26 *A*. Drei bipolare Ganglienzellen aus dem Ganglion Gasseri vom Hecht, nach Bidder.
B. Drei bipolare Ganglienzellen aus dem Nervus acusticus vom Hecht, *a* noch in der Markscheide, *b* ganz, *c* theilweise entblösst, um zu zeigen, dass diese Ganglienzellen nur kernhaltige Anschwellungen des Axencylinders sind.

Die meisten dieser Zellen, vielleicht alle, besitzen Fortsätze, welche aber im frischen Zustande ausserordentlich leicht abreissen, um so leichter, je grösser der Unterschied in der Consistenz des umgebenden Bindegewebes und der Zellensubstanz ist. Diese Fortsätze sind Nervenfasern, wie für die Wirbelthiere Remak[1], für die Wirbellosen Helmholtz[2] zuerst beobachtet haben. Ist nur ein solcher vorhanden, an welchem die Zelle dann wie eine Beere an ihrem Stiele sitzt, so nennen wir sie unipolar, sind ihrer zwei, die sich dann oft polar gegenüber stehen, so ist die Zelle bipolar; noch mehrere machen sie zu einer multipolaren. Dass diese Fortsätze Nervenfasern sind, tritt bei gewissen bipolaren Ganglienzellen am deutlichsten entgegen, welche sich in den Verlauf markhaltiger Nervenfasern einbetten, wie sie z. B. leicht schon im frischen Zustande aus den Spinalganglien von Rochen und Haifischen isolirt werden können, wo Robin und Rudolph Wagner[3] sie zuerst 1847 kennen lehrten, oder aus dem Ganglion Gasseri derselben Thiere, wo ich sie mit grosser Leichtigkeit darzustellen vermochte, oder aus demselben Ganglion

1) Froriep, Notizen, 1837 Nr. 47, 56, 58. Observationes anat. et microsc. de systematis nervosi structura. Berol. 1838.

2) De fabrica systematis nervosi evertebratorum. Diss. inaug. 1842.

3) R. Wagner, neurologische Untersuchungen p. 7.

der Knochenfische (Hecht nach BIDDER [1]), oder aus dem Nervus acusticus vor seinem Eintritte in die Labyrinthsäckchen [2]. Die Zellsubstanz ist hier eine Fortsetzung der Axencylindersubstanz, sie umschliesst Kern und Kernkörperchen, die Markscheide hört gewöhnlich an dem Uebergange der Fasern in die kernhaltige Verdickung des Axencylinders auf und stellt sich gegenüber an der entsprechenden Stelle wieder ein, seltener reicht sie über die ganze Zelle hinüber, sie einhüllend, so dass die verdickte Stelle keine Unterbrechung in der Markscheide veranlasst. Eine solche Ganglienzelle ist demgemäss eine kernhaltige Stelle des Axencylinders. Die fibrilläre Structur des letzteren lässt sich auch in die Zellsubstanz verfolgen, wird jedoch durch ansehnlichere Mengen feinkörniger interfibrillärer Substanz theilweise verdeckt. Wie die Markscheide zum Begriff der Nervenfaser nicht nothwendig gehört, so stellt sie auch an der Ganglienzelle nur eine accessorische Hülle dar, die sogar nur in seltenen Fällen vollständig ist. Die Schwann'sche Scheide setzt sich, wenn sie vorhanden ist, continuirlich auch über die Ganglienzelle fort und bildet die oben erwähnte kernhaltige, bindegewebige Hülle derselben. An den bipolaren Ganglienzellen des Acusticus fehlt sie.

Minder einfach ist die Zusammensetzung der Spinalganglien der übrigen Wirbelthiere und des Menschen. Wie vielfach beobachtet worden und durch die neuesten Untersuchungen SCHWALBE's [3] bestätigt wird, besitzen die Zellen dieser Ganglien meist nur e i n e n peripherisch verlaufenden Fortsatz, dieser ist marklos und wird nach KÖLLIKER später Axencylinder einer markhaltigen Nervenfaser. Die fibrilläre Structur ist an ihm wie an der Substanz der Ganglienzellen vorhanden. Anstatt dieses einen kommen aber an einzelnen Zellen auch mehrere Fortsätze vor, welche sich aber nicht so polar gegenüberstehen wie bei den Fischen und deren Verlaufsrichtung unbekannt ist. Das Gleiche beobachtete KÖLLIKER an den Zellen des Ganglion Gasseri [4].

Aehnlich wie die Ganglienzellen der Spinalganglien sind die der s y m p a t h i s c h e n in festes Bindegewebe eingehüllt und besitzen jede für sich eine kernhaltige Scheide als Fortsetzung der Schwann'schen der mit ihr in Verbindung stehenden Nervenfasern. Die Zahl dieser letzteren variirt auch hier bedeutend. Im Sympathicus des Frosches, der am häufigsten untersucht wurde, kommen neben unipolaren solche Zellen vor, aus denen dicht nebeneinander zwei Fortsätze entspringen, deren einer im weiteren Verlaufe den anderen in Spiraltouren umkreist. Das nähere Verhalten dieser von BEALE [5] zuerst erwähnten Spiralfasern zu der Ganglienzelle ist noch streitig, wie aus den verschiedenen Angaben von J. ARNOLD [6], COURVOISIER [7], KÖLLIKER [8] u. A. hervorgeht.

---

1) Zur Lehre von dem Verhältniss der Ganglienkörper zu d. Nervenfasern. Lpzg. 1847.
2) M. SCHULTZE, de retinae structura penitiori. Bonn 1859, Fig. 7.
3) Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. IV, p. 45. 4) Handbuch der Gewebelehre. 5. Aufl. p. 319. 5) Philosoph. transactions 1863, vol. 153, p. 539. 6) VIRCHOW's Archiv Bd. 28 u. 32. 7) Archiv für mikroskop. Anatomie, Bd. II, p. 13 u. Bd. III.
8) Handbuch der Gewebelehre. 5. Aufl. p. 254.

Das Vorkommen multipolarer Zellen in den grossen Ganglien des Sympathicus ist sicher, obgleich es mehrfach bestritten worden. Ich habe solche Zellen beim Kinde wie beim erwachsenen Menschen gefunden (Fig. 27). Das umgebende faserige Bindegewebe macht leider eine Isolirung der Fortsätze auf längere Strecken unmöglich.

Viel genauer sind uns mit Rücksicht auf die Fortsätze die Ganglienzellen des Rückenmarkes bekannt, welche in den vorderen Hörnern der grauen Substanz den motorischen, in den hintern Hörnern den sensibeln Wurzeln der Rückenmarksnerven Axencylinder zuführen. Vorzugsweise durch Deiters' Untersuchungen haben wir kennen gelernt, dass aus jeder Ganglienzelle, die Zahl ihrer Fortsätze mag noch so gross sein, nur ein einziger peripherisch laufender Axencylinder seinen Ursprung nimmt. Dieser verläuft unverästelt, um früher oder später eine Markscheide zu erhalten und in die Nervenwurzeln einzutreten. Er besitzt, wie ich für motorische und sensible Ganglienzellen auf das deutlichste erkannt habe, eine fibrilläre Structur. Die übrigen Fortsätze der Ganglienzellen, deren Zahl bei den in den vorderen Hörnern gelegenen grossen Zellen ansehnlicher ist, als bei denen der hinteren Hörner, verästeln sich sehr bald nach ihrem Ursprung baumförmig. Ihre Structur ist ebenfalls deutlich fibrillär, doch ist die Menge der interfibrillären körnigen Substanz in ihnen grösser als in dem Axencylinderfortsatz. Die feinen Fäserchen (Primitivfibrillen), welche aus der Verästelung hervorgehen, entziehen sich sehr bald der Beobachtung, ihr endliches Schicksal ist unbekannt. Von einigen derselben glaubt Deiters einen Uebergang in eine zarte Markscheide gesehen zu haben.

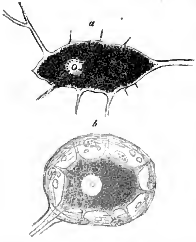


Fig. 27. Ganglienzellen aus einem Lumbal-Ganglion des Sympathicus vom erwachsenen Menschen. *a* ohne Scheide, *b* mit Scheide. Die Zellsubstanz ist sehr stark gelb pigmentirt, daher dunkelkörnig.

Die Fibrillen beider Arten von Fortsätzen nehmen ihren Ursprung aus der Ganglienzellensubstanz selbst, welche in ihrer ganzen Dicke fibrilläre Structur zeigt, wobei sich jedoch zwischen den Fibrillen eine feinkörnige Substanz befindet, welche oft gelbes oder gelbbraunes Pigment enthält; dieses kann sich in die verästelten Fortsätze hineinerstrecken oder nach Unterbrechung in denselben wieder auftreten. Die Fibrillenstructur nimmt man am deutlichsten in der Rinde der Ganglienzellen wahr, sie erstreckt sich jedoch unzweifelhaft auch in die Tiefe. In vielen Fällen und im jugendlichen Zustande der Ganglienzellen deutlicher als im erwachsenen scheint jedoch eine ansehnlichere Menge

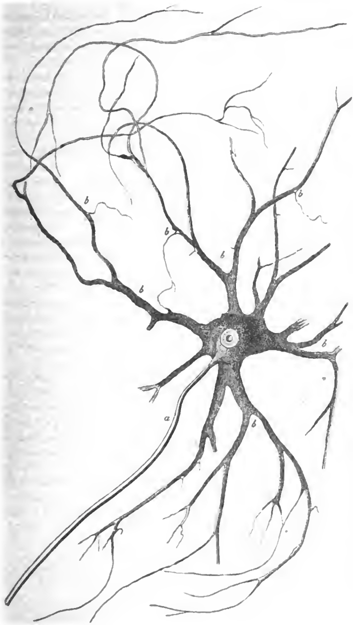
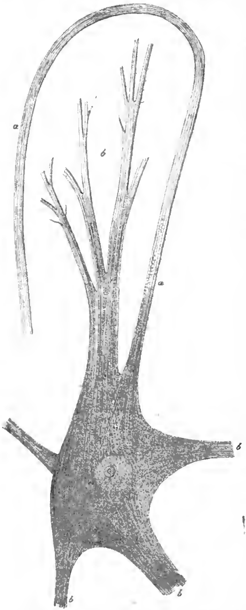


Fig. 28. Multipolare Ganglienzelle aus dem vorderen Horn der grauen Substanz des Rückenmarks vom Rind nach Deiters. *a* Axencylinderfortsatz, *b* verästelte Fortsätze. Vergrösserung 300



nur feinkörnig structurirter Substanz den Kern zu umgeben. Der Verlauf der Fibrillen innerhalb der Ganglienzellen ist ein sehr complicirter. Von jedem Fortsatz aus sieht man sie divergirend in die Ganglienzellensubstanz auslaufen, dann aber in dem Gewirr sich durchkreuzender Fäserchen sich verlieren. Diese Structur existirt im ganz frischen Zustande, wie man sich durch Isoliren der grossen Zellen des frischen Rückenmarkes in Serum überzeugen kann, und erhält sich in ausgezeichnetem Grade in Lösungen der Ueberosmiumsäure, auch in anderen erhärtenden Flüssigkeiten, welche den bald nach dem Tode eintretenden körnigen Zerfall der Fibrillen verhindern, oder keine körnigen Gerinnungen erzeugen.

Remak hat dieser fibrillären Structur zuerst Erwähnung gethan[1], die dann an Ganglienzellen verschiedenen Ursprunges u. A. Leydig, Beale, Frommann, Arnold, Kölliker und ich weiter verfolgten[2], ohne dass über diese wichtige Angelegenheit bisher eine allgemeine Uebereinstimmung erzielt wurde.

1) Monatsber. d. Akad. d. Wiss. zu Berlin 1853.

2) Vergl. Kölliker Handb. d. Gewebelehre, 5. Aufl. p. 251 u. Holzschnitt p. 275.

Fig. 29. Eine der mittelgrossen Ganglienzellen aus dem vorderen Horn des Rückenmarkes vom Kalb bei 600facher Vergrösserung nach kurzer Maceration in Jodserum isolirt. Die Fortsätze sind zum Theil kurz abgerissen, wie die drei unteren mit b bezeichneten; a Axencylinderfortsatz.

Bei der grossen Schwierigkeit der Isolirung frischer Ganglienzellen und ihrer zerstreuten Lage erschien es mir wünschenswerth, diejenige Stelle des Gehirns des Zitterrochen, an welcher, wie seit langer Zeit bekannt ist, grosse Ganglienzellen von der Form der motorischen des Rückenmarks dicht gehäuft

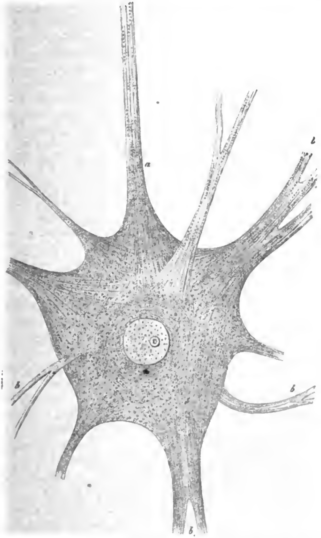


Fig. 30. Ganglienzellen aus dem elektrischen Lappen des Gehirns von Torpedo, mittelgrosses Exemplar, 600 mal vergrössert. a Axencylinderfortsatz, alle übrigen verästelte Fortsätze. Frisch nach kurzer Maceration in Jodserum.

nebeneinander liegen, einer genauen Untersuchung im frischen Zustande zu unterwerfen[1]. Hier hat sich auf das Ueberzeugendste ergeben, dass die grossen Zellen aus dem lebenden Thiere entnommen und in Serum präparirt, in welchem sie sich leicht isoliren lassen, in ihren Fortsätzen wie in ihrer Substanz eine exquisit fibrilläre Structur besitzen. Die interfibrilläre Substanz ist bei grossen Exemplaren stark gelb gefärbt und zum Theil grobkörnig. Sie erschwert die Untersuchung der Richtung der Fibrillen, so dass jüngere Exemplare zur Untersuchung vorzuziehen sind. Jeder der zahlreichen Fortsätze dieser Ganglienzellen bezieht seine ihn zusammensetzenden Fibrillen aus denen der Zellsubstanz. Dabei macht es den Eindruck, als wenn die ganze Fibrillenmasse, welche die Ganglienzelle aufbaut, dieselbe nur durchsetzte. Der Kern dieser Zellen liegt in der feinkörnigen fibrillären Umgebung vollkommen scharf abgegrenzt und scheint mit den Fibrillen, die über ihn hinwegziehen, in keinem direkten Zusammenhange zu stehen. Seine Substanz ist homogen, ein grosses Kernkörperchen tritt als glänzende Kugel in seinem Innern sehr deutlich hervor und birgt gewöhnlich eine, ausnahmsweise mehrere Vacuolen. Hiernach besitzt eine solche Ganglienzelle, aus welcher ein Axencylinder für eine peripherisch verlaufende Nervenfaser entspringt, die Bedeutung eines Anfangsorganes für diesen Axencylinder möglicher Weise nur in dem Sinne, als die Fibrillen, welche den Axencylinder zusammensetzen, ihm auf dem Wege der verästelten Fortsätze der Ganglienzelle zugeführt werden, die Fibrillen also, welche man die Ganglienzellensubstanz durchziehen sieht, in der Zelle nicht ihren Ursprung nehmen, sondern in derselben nur eine Umlagerung erfahren behufs Formirung des Axencylinderfortsatzes und Ueberleitung in andere verästelte Fortsätze.

Die Untersuchungen von Deiters haben wahrscheinlich gemacht, dass an dem Ursprung der Hirnnerven die Ganglienzellengruppen, welche durch Stilling als sogenannte Nervenkerne bekannt geworden sind, Ganglienzellen von ganz ähnlicher Form enthalten, wie die vorderen und hinteren Hörner des Rückenmarkes, vornehmlich dass aus jeder dieser Zellen nur ein peripherisch verlaufender Axencylinderfortsatz entspringt, während die übrigen Fortsätze verästelt sich in Primitivfibrillen auflösen.

Bekanntlich finden sich im Gehirn eine grosse Menge von Ganglienzellen zerstreut, aus denen peripherisch verlaufende Nervenfasern nicht direkt abzuleiten sind, so z. B. die retortenförmigen Ganglienzellen der Rinde des kleinen Hirns, und die bekannten eigenthümlich gestalteten der grauen Rinde des grossen Hirns, deren genauere Kenntniss wir in der neuesten Zeit Rudolph Arndt[2] und Meynert[3] verdanken. Bei den ersteren soll nach Deiters[4] der unpaare, der weissen Substanz des kleinen Hirnes zugerichtete Fortsatz dem Axencylinder-

1) Observationes de structura cellularum fibrarumque nervearum. Bonner Universitätsprogramm, Aug. 1868. 2) Archiv f. mikroskop. Anatomie, Bd. III, p. 441.
3) Vierteljahrsschrift f. Psychiatrie, 1. u. 2. Bd. 4) l. c. p. 72.

fortsatz entsprechen, die peripherisch verlaufenden Fortsätze dieser Zellen sind bekanntlich baumförmig verästelt. Andere Forscher wie GERLACH[1] wollen auch an dem centralen Fortsatz dieser Zellen Verästelungen gesehen haben. Jedenfalls scheint eine direkte Uebertragung des Schemas der Ganglienzellen des Rückenmarkes auf die in Rede stehenden nicht hinreichend begründet. Dagegen habe ich mit der grössten Deutlichkeit fibrilläre Structur auch an diesen Ganglienzellen des kleinen Hirnes und ihren peripherischen Fortsätzen wahrgenommen, wie solche auch schon KÖLLIKER an letzteren beobachtet hat[2], so dass in dieser Richtung ein Unterschied gegenüber den früher betrachteten Ganglienzellen nicht zu herrschen scheint. Dasselbe gilt für die Zellen der grauen Rinde des grossen Hirns. Wie MEYNERT und ARNDT angeben, befindet sich an diesen ein dickerer peripherischer Fortsatz und eine grössere Zahl verästelter, welche der weissen Substanz zugekehrt sind. Die Ganglienzellen haben eine annähernd kegelförmige Gestalt, die Basis des Kegels ist der weissen Substanz zugerichtet und sendet eine Anzahl schnell sich verästelnder Fortsätze aus, die Spitze des Kegels geht in einen längeren, dickeren, anfänglich unverästelten Fortsatz über. An diesem Fortsatz, welchen man dem Axencylinderfortsatz vergleichen wollte, habe ich jedoch, wie MEYNERT, früher oder später eintretende dichotomische Theilung und weitere Verästelung erkennen können und zwar an durch Maceration in Jodserum isolirten, vollkommen freigelegten Ganglienzellen. Dasselbe sah ich an den ähnlich gestalteten Ganglienzellen des Pes hippocampi major, von denen DEITERS annahm, dass eben dieser dickere Fortsatz ein Axencylinderfortsatz sei[3]. Ich kann demgemäss wie von den Zellen der grauen Hirnrinde so auch von diesen nicht annehmen, dass sie ohne Weiteres dem Schema der multipolaren Zellen des Rückenmarkes sich unterordnen. Dagegen besitzen auch diejenigen des grossen Hirns, wie ich beobachtete, exquisit fibrilläre Structur und erscheinen demgemäss mehr als Durchgangspunkte für bereits gebildete wie als Ursprungsheerde für bis dahin noch nicht existirende Nervenfibrillen.

Ausser den genannten grösseren Zellen des Hirns kommen in demselben in enormer Zahl kleine Zellen vor, deren Kern nur von wenig Substanz umgeben ist. Von einem Theile derselben ist nachgewiesen, dass sie Fortsätze aussenden, welche freilich mit Rücksicht auf ihr endliches Schicksal durchaus unbekannt geblieben sind, welche aber doch hinreichen, die Zellen als Nervenzellen zu charakterisiren und von Bindegewebszellen zu unterscheiden, die in der spongiösen Bindesubstanz der Centralorgane des Nervensystems unzweifelhaft vorkommen. Unter diesen kleinen Zellen scheint es multipolare, bipolare und unipolare zu geben. Im kleinen Gehirn bilden dieselben dichte Lagen und schon GERLACH[4] und später FRANZ SCHULZE[5] haben nachgewiesen, dass ihre Fortsätze fast unmessbar feine Fibrillen darstellen.

1) Mikroskop. Studien p. 11. 2) Handb. d. Gewebelehre, 5. Aufl. 1867, p. 243.
3) l. c. p. 66. 4) Mikroskopische Studien Taf. II.
5) Ueber den feineren Bau der Rinde des kleinen Gehirns, Rostock 1863, Fig. 11.

Wenn es darauf ankommt, nach dem Centralursprung der Primitivfibrillen im Gehirn und Rückenmark zu fragen, welche in die grösseren Ganglienzellen bereits fertig gebildet eintreten, so würden wir uns an diese kleinsten, vielleicht zum Theil unipolaren Nervenzellen halten können. Doch bleibt hier Alles noch Hypothese. Nach dem dermaligen Stande unserer Kenntnisse vermögen wir für keine einzige Primitivfibrille des Nervensystems den centralen Anfang nachzuweisen, so sicher uns auch die peripherischen Enden eines grossen Theiles derselben bekannt sind. Der Analogie nach zu schliessen ist das centrale Ende zu suchen entweder in der Zellsubstanz der Nervenzellen, oder in deren Kern, oder im Kernkörperchen. Für alle drei Arten des centralen Endes von Nervenfibrillen sind Beobachtungen geltend gemacht. Eine irgend befriedigende Sicherheit ist jedoch auf diesem Gebiete noch nicht erreicht worden, und wäre es meinen Beobachtungen zufolge denkbar, dass ein wirkliches Ende von Fibrillen im Gehirn und Rückenmark gar nicht existire, das heisst dass alle Fibrillen an der Peripherie entspringen, die Ganglienzellen also nur durchsetzen.

Die Frage nach den Beziehungen der Nervenfasern zu den Ganglienzellen ist dem Obigen zufolge in gewisser Richtung immer noch eine offene. Wenn auch die lange Zeit hindurch besonders von Valentin vertretene Ansicht, dass die Nervenfasern die Ganglienzellen nur umspinnen, also in eine direkte Verbindung mit ihnen nicht treten, seit Remak und Helmholtz durch eine Reihe der glänzendsten Forschungen widerlegt ist, so ist damit die Frage nach dem centralen Anfang der Nervenfasern durchaus noch nicht gelöst. Wenn wir eine Nervenfaser in ihrem Verlauf durch eine bipolare Ganglienzelle unterbrochen sehen, wie dies Bidder (1847) zuerst so schön abgebildet und erläutert hat, so ist damit zunächst für die Frage nach dem centralen Ursprunge der Faser natürlich Nichts gewonnen. Diese Ganglienzelle ist wesentlich nur eine kernhaltige Anschwellung des Axencylinders. Gehen wir weiter central, so kommen wir auf eine multipolare Ganglienzelle des Rückenmarks oder der medulla oblongata, aus welcher nach Deiters' wichtiger Entdeckung der Axencylinder der bezüglichen Faser als ungetheilter Fortsatz hervorgeht. Die vielen anderen Fortsätze der Zelle setzen diese letztere und mit ihr den Axencylinder in eine Abhängigkeit von entfernteren Gegenden der Centralorgane und wahrscheinlich auch der Peripherie des Körpers, welche uns nicht erlaubt, die Ganglienzelle schlechtweg den Anfang der Nervenfaser zu nennen. Vergleichen wir den Axencylinderfortsatz dem Stengel einer Pflanze und seine Verzweigung und die peripherischen Endorgane den Aesten mit Blättern und Blüthen, so ist die Ganglienzelle der Wurzelstock, die verästelten Fortsätze dieser letzteren aber gleichen den unterirdischen Wurzelfasern. Diese haben wir zu verfolgen, um auf das der peripherischen Endigung entgegengesetzte Ende zu kommen. Durch den von mir geführten Nachweis der exquisit fibrillären Structur der Ganglienzellensubstanz und aller ihrer Fortsätze ist der Weg gewiesen, auf welchem die eigentlich centralen Anfänge der den Axencylinder zusammensetzenden Fibrillen zu suchen sind. Leider entziehen sich die Einzelfibrillen in der Substanz der Zellen einer genaueren Verfolgung.

Der obige Vergleich der Ganglienzelle und ihrer Fortsätze mit dem Wurzelstock, dem Stengel und den Wurzelfasern einer Pflanze hinkt freilich wie alle Vergleiche. Die verästelten Fortsätze einer multipolaren Ganglienzelle z. B. des vorderen Hornes des Rückenmarkes sind durchaus nicht alle dazu bestimmt, Primitiv-

fibrillen nur dem Axencyliuderfortsatz zuzuführen. Vielmehr kann dieser nur eine Auswahl erhalten, die übrigen ziehen auf dem Wege verästelter Fortsätze nach andern Richtungen. So wird die Ganglienzelle zu einem Knotenpunkt zahlloser, aus den verschiedensten Regionen des Nervensystems stammender Einzelfibrillen, deren ein aus diesen gesammeltes Bündel als Axencylinder zu einer Faser zusammengefasst und mit Markscheide umgeben sofort peripherisch verläuft, die andern unbekannte Wege ziehen.

Es bleibt zu erörtern, ob nicht, wenn auch noch so viele fertiggebildete Fibrillen die Ganglienzelle durchziehen, doch einzelne neue in ihr entstehen. In dieser Richtung wäre zunächst an die interfibrilläre körnige Substanz zu denken, ihrem Ursprunge nach wahrscheinlich ein Ueberrest des embryonalen Protoplasma, durch dessen Thätigkeit die Fibrillen differenzirt wurden, eine Substanz, die möglicherweise in der unmittelbaren Umgebung des Kernes in grösserer Menge und in einer der embryonalen Bedeutung verwandteren Function persistirt. So wahrscheinlich es ist, das einzelne Fibrillen von dieser Substanz ihren Anfang nehmen, so liegen doch keinerlei Beobachtungen vor, welche dies beweisen. Daneben ist vielfach von einer anderen Art des Ursprunges neuer Fibrillen oder dickerer Fasern in Ganglienzellen die Rede gewesen. Seit Harless[1] in den grossen Zellen des Gehirns von Torpedo die Kerne und Kernkörperchen als Ausgangspunkte von Nervenfasern bezeichnete, sind von vielen Seiten, zunächst von Axmann, Lieberkühn und Wagner, dann von Beale, Arnold, Frommann, Jolly und Courvoisier ähnliche Angaben für andere Ganglienzellen, namentlich für die des Sympathicus vom Frosch gemacht worden. Aber auch bei Zellen des Rückenmarkes bezeichnet Frommann und Arnold[2], und für solche des Gebirns Meynert den Kern und das Kernkörperchen als Centra für Fasern, die ihrer Feinheit nach zum Theil mit unseren Primitivfibrillen zu vergleichen sind. Ich befinde mich in Uebereinstimmung mit Kölliker und anderen Forschern, wenn ich ein solches Vorkommen zum mindesten nicht für das gewöhnliche erkläre. Es ist mir ebensowenig wie Kölliker gelungen, ein sicheres Beispiel solchen Faserursprunges zu sehen.

Anastomosen zwischen benachbarten Ganglienzellen kommen vor, doch ist es sehr schwer, über die Constanz und Häufigkeit dieses Vorkommens ein sicheres Urtheil zu gewinnen. Da es Ganglienzellen mit zwei Kernen gibt, z. B. regelmässig im Sympathicus des Kaninchens nach Guye und Schwalbe, vereinzelt im Gehirn, so kann eine Form der Ganglienzellen-Anastomosen auf den Typus der zweikernigen Zelle zurückgeführt werden, diejenige nämlich, bei welcher eine kurze dicke Brücke die beiden kernhaltigen Körper mit einander verbindet. Solche Anastomosen haben in neuester Zeit aus der Rinde des grossen Gehirns Meynert, R. Arndt und Besser beschrieben. Dieselben scheinen sich aber nur sehr vereinzelt zu finden. Die zahllosen Anastomosen der grossen Ganglienzellen der Nervenkerne im Rückenmark und der medulla oblongata, welche u. A. Schröder van der Kolk und Lenhossek abbilden, sind längst als Täuschungen erkannt. Andere Anastomosen zwischen den Ganglienzellen der verschiedenen Schichten der Hirnrinde, welche Meynert annimmt, sind noch näher zu beweisen. Ganz zweifelhaft ist es, ob es uns jemals gelingen wird, solche Anastomosen zwischen Ganglienzellen zu beobachten, welche auf dem Wege der feinsten Ausläufer der verästelten Fortsätze zu Stande kommen. Die sorgfältigsten Isolirungsversuche von Deiters haben nur negative Resultate ergeben. Ebenso ist es mir bei vielen beziiglichen Versuchen an dem zum Studium der Ganglienzellen unübertrefflich geeigneten electrischen Lappen des Gehirns vom Zitterrochen

1) Müller's Archiv 1846, p. 387, Taf. X.
2) Arnold in Virchow's Archiv Bd. 41. Taf. IV.

gegangen. Obgleich Rud. Wagner hier früher deutliche Anastomosen erkannt zu haben angibt, habe ich mittelst besserer Isolirungsmethoden kein Beispiel einer solchen auffinden können.

Endlich kann ich hier noch einer interessanten Bereicherung unserer Kenntniss von den Endigungen der Nerven Erwähnung thun, welche mir während des Druckes obiger Bogen zugegangen ist. Paul Langerhans fand, wie er in Virchow's Archiv Bd. 44 pag. 325 beschreibt und auf Taf. XII daselbst abbildet, Fortsetzungen der marklosen Fasern der Lederhaut des Menschen zwischen die Zellen des rete Malpighii eindringen ganz nach Art der oben pag. 120 erwähnten, von Hoyer und Cohnheim entdeckten Nervenendigungen in der cornea. Diese Nervenfibrillen endigen aber nicht frei, sondern gehen, wie Langerhans in hohem Grade wahrscheinlich macht, sämmtlich in kleine, zwischen den Zellen der unteren Schichten des rete liegende Zellen über, welche wieder mehrere feine faserartige Ausläufer in die oberen Schichten senden, welche dann unterhalb des stratum corneum leicht angeschwollen endigen. Mit den Tastkörperchen haben diese Nervenfasern keine Verbindung. Durch diese Beobachtungen, welche diejenigen von Tomsa u. A. über Nervenendigungen in der Lederhaut sehr wesentlich ergänzen, ist endlich auch bei der menschlichen Haut die innige Beziehung von Nervenenden und epithelialen Bedeckungen nachgewiesen, welche seit 1856 nach und nach für alle übrigen Sinnesorgane aufgefunden worden ist und anfänglich mit so grossem Misstrauen aufgenommen wurde. Auch fällt hiermit wieder ein Grund mehr, Nervennetzen die Bedeutung von terminalen Bildungen zu vindiciren.

Noch bemerke ich, dass durch ein Versehen oben auf pag. 125 bei Gelegenheit der Besprechung der Nervenendigungen an der Peripherie der Hinweis auf W. Kühne's Beobachtungen über die Endigung eines Theiles der Hornhautnerven in contractilen Zellen der bindegewebigen Grundlage der Hornhaut[1] unterblieben ist, was hiermit nachzutragen.

1) Untersuchungen über das Protoplasma 1864, p. 132

Capitel IV.

Gewebe der organischen Muskeln.

Von

J. Arnold.

Die Bestandtheile dieses Gewebes sind contractile spindelförmige Fasern, Binde- und Kittsubstanz, Gefässe und Nerven.

Form- und Maassverhältnisse. Die spindelförmigen Fasern (auch als glatte Muskelfasern, contractile oder musculöse Faserzellen bezeichnet) erscheinen im isolirten und nicht contrahirten Zustande als rundliche, häufig von zwei oder mehreren Seiten etwas abgeplattete, selten als plattovale Fasern. Sie sind ungefähr in der Mitte leicht bauchig aufgetrieben und verschmälern sich von da allmählich nach beiden Enden, so dass sie die Gestalt einer Spindel erhalten (Fig. 31 *a*). Die spindelförmige Auftreibung liegt häufig einem der beiden Enden näher (Fig. 31 *b*). Die letzteren sind bei manchen Fasern nicht einfach, sondern ein oder mehrmal eingespalten, so dass solche Spindeln an dem einen oder den beiden Polen Ausläufer besitzen. Je nachdem die Spaltung mehr oder weniger tief geht, wechselt die Länge, Form und gegenseitige Stellung dieser Ausläufer (Fig. 31 *c*). In dem letzteren Falle sind sie kurz, schmal und laufen mehr parallel, in dem ersteren sind sie lang, breit und divergiren manchmal so stark, dass sie unter fast rechten Winkeln zusammenstossen. Diese gabelige Spaltung der Muskelfasern findet sich namentlich an denjenigen Stellen, wo die Muskelbündel netzförmig verbunden sind, und darf deshalb wohl auf diese eigenthümliche Anordnungsweise bezogen werden. Wenigstens liegen in der Harnblase des Frosches gerade an den Knotenpunkten besonders häufig Fasern mit gabeligen Theilungen. Die Flächen der Muskelfasern sowie die Randcontouren sind im Allgemeinen glatt, zuweilen sind die letzteren etwas zackig, die ersteren uneben: Erscheinungen, welche wie das Umgebogensein der Enden als Leichenerscheinung oder als Folgen der Präparation gedeutet werden müssen. In anderer Weise ist der Befund von Querstreifen, welche in grösserer Zahl und regelmässigen Abständen an einer oder beiden

Flächen der Faser getroffen worden, aufzufassen. Sie sind nach den übereinstimmenden Untersuchungsresultaten von Meissner [1] und Heidenhain [2] als Contractionsphänomene zu erklären.

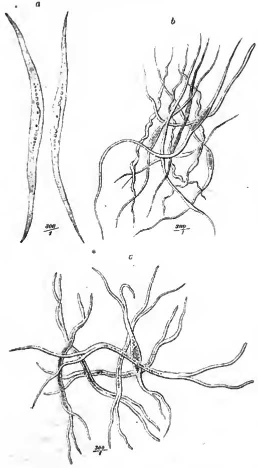


Fig. 34. *a* Muskelfasern mit Serum. *b* Muskelfasern aus der Muscularis des Darmes mit Salpetersäure isolirt. *c*. Gabelig getheilte Muskelfasern aus einer pleuritischen Schwarte.

Die Länge der einzelnen Fasern schwankt zwischen 0,045—0,230 Mm.; die mittlere Länge beträgt 0,048—0,089 Mm., die Breite 0,004—0,01 Mm.

Structur der glatten Muskelfasern. Die Substanz der musculösen Faserzellen erscheint an frischen mit Serum befeuchteten Objecten matt, wird aber häufig nach den Rändern etwas glänzend. Während an vielen in der Substanz keine weitere Zeichnung nachweisbar ist, lassen andere mehr oder weniger deutlich eine Längsstreifung erkennen, die manchmal gegen die Enden stärker hervortritt und bei Zusatz von verdünnter Chromsäurelösung (0,01%) oder Goldlösung (0,1%) leichter wahrnehmbar wird (Fig. 34 *a*). In manchen Fasern sind an verschiedenen Stellen und in unregelmässiger Anordnung dunkle, glänzende Körnchen, die auf Alkoholzusatz verschwinden, eingebettet. Diese dürfen nicht mit den Körnern verwechselt werden, welche ziemlich regelmässig an den beiden Enden des Kerns vorhanden sind. Von den Polen des letzteren gehen nämlich Körnerreihen aus, die mehr oder weniger weit gegen die Enden der

1) Zeitschr. f. rat. Med. Bd. II 1858.

2) Stud. d. phys. Inst. 1861.

Faser hin reichen und mit Rücksicht auf ihre Anordnung eine pyramidale Form dadurch erhalten, dass die Grösse der Körner mit der Entfernung von den Polen des Kerns abnimmt. Diese Körner sind in eine Substanz gebettet, welche gleichfalls die Form einer Pyramide besitzt und sich von der Umgebung im durchfallenden Lichte durch grössere Helligkeit auszeichnet. An manchen Fasern läuft mehr oder weniger weit nach innen von dem Randcontour und nicht genau parallel mit ihm eine zweite Linie. Es bildet diese die Grenze zwischen einer äusseren dunkleren und einer inneren lichteren Schichte. Dieselbe Zeichnung erhält man auf dem Querschnitt einzelner Fasern, an denen die Rindenschichte als dunkler Ring, der die übrige mehr lichte Masse umschliesst, sichtbar wird. Der äussere Contour desselben ist immer deutlich, der innere dagegen nie scharf ausgesprochen. Die Dicke der Rindenschicht ist eine wechselnde, in vielen Fasern fehlt die dichtere Lage an der Peripherie ganz.

Margo[1] berichtet von innerhalb der Faserzellen reihenweise gestellten, durch kleine Zwischenräume von einander getrennten Pünktchen, Wagener[2] von einer deutlichen Längsstreifung, die gegen die Enden der Fasern den Eindruck einer Anordnung in Fibrillen machen. Der Körnerreihen über den Kernpolen erwähnt zuerst Klebs[3], später Frankenhäuser[4] und Wagener (l. c.).

Kern. Form- und Maassverhältnisse. Der Kern der Faserzellen ist meist einfach, sehr selten mehrfach, immer ausgesprochen stabförmig, an den Enden abgerundet oder an dem einen oder beiden Polen spitz zulaufend, zuweilen ein oder mehrmal spiralig gedreht. Auf dem Durchschnitt erscheint der Kern rund oder etwas eckig. Während er fast ausnahmslos in dem spindelförmig erweiterten Theil der Faser liegt, ist sein Lagerungsverhaltniss im Dickendurchmesser der Faser weniger regelmässig, indem er auf Querschnitten bald in der Mitte des Ringes, der der durchschnittenen Faser entspricht, bald näher dem einen oder anderen Randcontour desselben, bald dicht an diesem sich findet. Auch die beiden Pole des Kernes scheinen nicht immer in gleicher Höhe zu liegen. Die Länge der Kerne schwankt zwischen 0,015—0,022 Mm., deren mittlere Breite beträgt 0,002—0,003 Mm.

Structur des Kerns. An frischen mit Serum befeuchteten Muskelfasern ist der Kern zwar wahrnehmbar, aber nicht deutlich contourirt, bei Zusatz von Chromsäure (0,01 %), Essigsäure (1 %) und Goldchlorid (0,1 %) werden die Contouren scharf und dunkel, der zuvor homogene Inhalt feinkörnig. An Serum- und Goldchloridpräparaten (weniger deutlich an Essigsäurepräparaten) lassen sich in der Substanz vieler Kerne ein, zwei bis vier grössere (0,001—

1) Margo, Neue Untersuchungen über die Entwicklung, das Wachsthum und den Bau der Muskelfasern. 1859.

2) Wagener, Sitzungsberichte der Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften Nr. 10. 1859.

3) Klebs, Virch. Arch. Bd. 32. 1865.

4) Frankenhäuser, Die Nerven der Gebarmutter und ihre Endigung in den glatten Muskelfasern 1867.

0,002 Mm.) stark glänzende, runde Körner nachweisen (Fig. 31 *a*). Ist ein Korn vorhanden, so liegt es ungefähr in der Mitte, häufig näher dem einen Kernpole; sind es deren zwei, so finden sie sich in den beiden Kernenden. Am deutlichsten treten diese Körner auf dem Querschnitt des Kernes hervor und werden sie hier selten vermisst. Auch an isolirten Kernen sind sie wahrnehmbar und liegen bei solchen zuweilen dicht am Rande oder springen sogar mehr oder weniger über dessen Randcontour vor.

Eine besondere Aufmerksamkeit hat Frankenhäuser (l. c.) der Structur des Kernes zugewendet. Nachdem vor ihm nur Hessling[1] von der Existenz eines Kernkörperchens in dem Kern berichtet hatte, bezeichnet Frankenhäuser dasselbe als wesentlichen und nie fehlenden Bestandtheil. Auch Piso-Borme[2] hat Kernkörperchen wahrgenommen.

Verbindung und Anordnung. Die contractilen Faserzellen werden durch Kittsubstanz zu Bündeln oder Membranen von wechselnder Dicke vereinigt. Die gegenseitige Verbindung der Fasern geschieht in der Art, dass zwischen mit ihren spindelförmigen Mittelstücken sich anliegenden Fasern zwei oder mehrere mit ihren Enden hereingreifen: eine Anordnung, durch die eine innige Fügung der Gewebstheile ermöglicht wird. Legen sich die Fasern vorwiegend in der Flächenausbreitung aneinander, so kommt es zu der Bildung von ein- oder mehrschichtigen Membranen, in denen die in einer Schichte gelegenen Fasern gewöhnlich dieselbe Verlaufsrichtung einhalten, während diejenigen der verschiedenen Lagen in sehr verschiedenen Richtungen ziehen können. Verbinden sich die Fasern nicht nur in einer sondern in mehreren Richtungen, so entstehen Bündel von Muskelfasern. Diese haben eine verschiedene Länge und Dicke, ziehen einander parallel, oder kreuzen sich unter spitzen und stumpfen Winkeln, oder sind netzförmig angeordnet und vielfach unter einander verflochten. Aus diesen Differenzen in der Verlaufsrichtung und der Art ihrer gegenseitigen Verbindung erklärt sich die Unregelmässigkeit der Zeichnung an manchen Querschnitten. Während auf dem Querschnitt von Membranen und Bündeln, deren Muskelfasern parallel laufen, neben und über einander liegende Ringe von rundlicher oder eckiger Form mit central oder seitlich gelagerten querdurchschnittenen Kernen getroffen werden, finden sich an Querschnitten von Bündeln mit sehr wechselndem Faserverlauf Quer- und Schiefschnitte der Fasern und Kerne (Fig. 32 *a* u. *b*). Die Menge der Kittsubstanz ist bald eine sehr spärliche, so dass sich die Fasern berühren oder nur durch ganz schmale Kittleisten von einander getrennt werden, bald eine massigere. In dem ersteren Fall erscheinen auf dem Querschnitt die Muskelfasern mehr als dichtstehende polygonale Felder, in dem letzteren Fall als rundliche Ringe, zwischen denen mehr oder weniger breite Kittleisten liegen.

Die sonst homogene Kittsubstanz enthält ziemlich viele ästige blasse Zellen, deren Ausläufer unter einander anastomosiren. Ausserdem finden sich

---

1) Hessling, Gewebelehre 1866.
2) Piso-Borme, Moleschott's Untersuchungen Bd. IX. 1860.

noch in ihr 0,001—0,002 Mm. grosse, dunkle, glänzende Körnchen, die sich durch diese Eigenschaften von der übrigen Kittsubstanz unterscheiden und in jedem Präparat in ziemlich grosser Zahl getroffen werden. Sie liegen bald in der Mitte der Kittleisten, bald dicht an dem Rande der spindelförmigen Auftreibung der Fasern und sind den Körnern im Kern vollkommen ähnlich. An Goldpräparaten erscheinen sie dunkelviolett, immer viel dunkler als andere Theile der Kittsubstanz (Fig. 32 *c*).

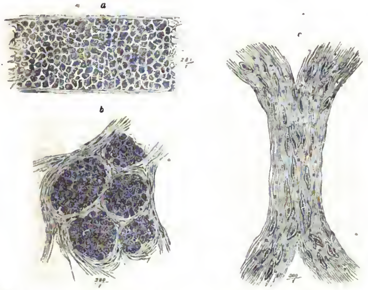


Fig. 32. *a* Querdurchschnittene Längsfaserschichte eines Froschdarmes. *b* Querdurchschnittene Muskelbündel aus dem Uterus des Schafes. *c*. Muskelbalken aus der Harnblase des Frosches mit Essigsäure.

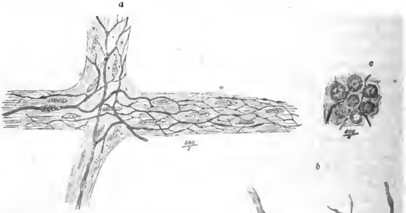
Die Muskelmembranen werden an ihren äusseren und inneren Flächen, die Muskelbündel an ihrer Peripherie von einer bindegewebigen Masse, die meist deutlich fibrillär ist, lockige Bindegewebszüge und elastische Fasern enthält, umgeben. Dieselbe vermittelt bei den ersteren die Verbindung der verschiedenen Schichten, bei den letzteren die der Bündel unter einander. Zuweilen gestaltet sie sich zu einer derben, festen, platten oder rundlichen Masse um, die, wie Treitz[1] nachgewiesen hat, die Rolle einer Sehne übernimmt.

Gefässe. In den Bindegewebslagen, welche die Muskelmembranen und Muskelbündel umkleiden, verlaufen grössere, kleinere und kleinste arterielle Gefässe, die zu einem Netz von Capillaren sich auflösen, aus dem die

1) Prager Vierteljahresschrift Bd. I, 1852.

Venen mit feinen Wurzeln entspringen. Die venösen Stämmchen liegen gleichfalls in dem umhüllenden Bindegewebe. Dagegen durchziehen die Capillaren die Muskellagen selbst. Die Maschen des Capillarnetzes sind bald mehr länglich, bald mehr rund oder rhomboidal, mässig weit. Die dasselbe zusammensetzenden Capillargefässe zeigen keine wesentliche Besonderheiten.

Nerven. In allen Organen oder Organtheilen, bei deren Zusammensetzung das Gewebe der organischen Muskelfasern eine wesentliche Rolle spielt, finden wir, von Abweichungen in einzelnen Punkten abgesehen, eine ziemlich gleichartige Anordnung der Nerven. Die zu dem Organ herantretenden Nervenstämmchen enthalten dunkelrandige und blasse Nervenfasern in wechselnder Zahl. Die ersteren besitzen die für markhaltige Fasern charakteristischen Eigenschaften, sind bald breiter, bald schmäler und überwiegen in den meisten Stämmen; doch giebt es auch einzelne Stämmchen, die vorwiegend aus marklosen Fasern bestehen und nur einige dunkelrandige enthalten. Die ersteren erscheinen als feine, glänzende Fäden von 0,0018 bis 0,0023 Mm. Breite, die von Stelle zu Stelle eine 0,003 bis 0,005 Mm. dicke Kernanschwellung besitzen: Eigenschaften, durch die sie sich sofort selbst von den dünnsten markhaltigen Fasern unterscheiden. Die aus



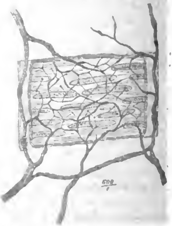


Fig. 33. *a* Nervenverzweigung und Endigung in einem Muskelbündel aus der Harnblase des Frosches (Goldpräparat). *b* Nervenverzweigung der Muscularis einer kleinen Arterie (Essigsäure 1% und Chromsäure 0,01%). *c* Nervenverzweigung in querdurchschnittenen Muskelbündeln aus dem Uterus des Schafes (Schnitt von einem in Eis gefrorenen Muskelstück mit Chromsäure 0,01% befeuchtet.

dunkelrandigen und blassen Fasern zusammengesetzten Nervenstämme liegen immer ausserhalb der musculösen Organe oder Organtheile in dem diese umhüllenden Bindegewebe und bilden unter einander weitmaschige Plexusformationen, in denen die Fasern sich aneinander legen, kreuzen und von einer Masche in die andere übertreten. In diesem Plexus grösserer Stämmchen (Grundplexus) liegen bald mehr bald weniger Ganglienzellen, die sich oft zu mikroskopischen Ganglien gruppiren. Aus dem eben beschriebenen Plexus biegen erstens dunkelrandige Fasern ab, die nach kürzerem oder längerem Verlauf die Gestalt von breiten blassen Bändern annehmen. Diese besitzen eine feine Längsstreifung und in wechselnden Abständen Kerne, die bald schmäler sind als die Faser, bald breiter und deren Contouren überragen. Diese blassen Fasern sind 0,004—0,005 Mm. breit; ihre Kerne besitzen so ziemlich denselben Durchmesser. Auf dem weiteren Verlauf werden sie ziemlich rasch schmäler und zerfallen in feinere, glänzende, mit Kernanschwellungen versehene 0,0018—0,0023 Mm. dicke Fasern, die mit den in den Stämmen gelegenen übereinstimmen. Diese Fasern bilden Netze, deren Maschen ziemlich weit, von rhomboidaler oder mehr länglicher Form sind. An den Knotenpunkten liegen mit deutlichen Kernkörperchen versehene Kerne oder Nervenzellen ähnliche Körper. In dieses Netz treten ausserdem blasse Fasern direct aus dem Grundplexus ein. Das eben beschriebene, aus blassen Fasern bestehende Netz liegt unmittelbar auf oder unter den Muskelmembranen, umspinnt die Muskelbündel und vermittelt wahrscheinlich einen ausgiebigen Austausch zwischen den aus dem Grundplexus abzweigenden Fasern (intermediäres Netz, Fig. 33*b*). In den grösseren Muskelbündeln findet man zuweilen auch Theile des intermediären Netzes innerhalb der Muskellagen. Im Allgemeinen kann aber die oben geschilderte Anordnung als die regelmässige bezeichnet werden. Von dem intermediären Netz treten feine Fasern ab, die zwischen die Muskelfasern selbst eindringen, nahe den Abbiegungsstellen noch Kernanschwellungen tragen, diese aber später verlieren und rasch sich verschmälern (Fig. 33*a*). Durch wiederholte Theilung werden sie zu feinen 0,0003—0,0005 Mm. dicken, runden und dunklen Fäden. Diese enthalten sowohl in ihrem Verlauf sowie an den Theilungsstellen dunkle Körnchen, die bald eine mehr rundliche, bald elliptische oder eckige Gestalt besitzen und durch ihre etwas bedeutendere Grösse (0,001—0,0018 Mm.) und ihren stärkeren Glanz sehr häufig den Verlauf der Fäden anzeigen (Fig. 33 *a* u. *b*). Sie sind an mit Serum befeuchteten Präparaten nachweisbar, während die sie verbindenden Fadenbildungen ohne Anwendung von anderen Reagentien nur undeutlich zur Wahrnehmung kommen. Bei der Beschreibung der Kittsubstanz wurden dieselben bereits erwähnt. Auch diese feine Körnchen führenden Fäden verbinden sich wieder unter einander und setzen sehr engmaschige Netze zusammen, die in den Kittleisten zwischen den Muskelfasern gelegen sind und diese in Form feiner, dunkler, durch Körnchen unterbrochener Linien umspinnen (intramusculäre Netze). An Querschnitten gefrorener, mit Serum und Goldchlorid behandelter Muskelstücke können diese feinen Körnchen füh-

renden Fasern, sowie deren Beziehung zu der Kittsubstanz einerseits, den Muskelfasern andererseits am leichtesten nachgewiesen werden (Fig. 33 c). Aus den intramusculären Netzen gehen dunkle, eigenthümlich starre, 0,0001 5 bis 0,0002 Mm. dicke Fäden meistens in der Nähe der spindelförmigen Auftreibung der Muskelfasern ab, die in die Substanz der letzteren selbst eintretend, gegen den Kern ziehen. Solcher Fäden dringen, je nachdem nur ein oder mehrere Körner im Kern vorhanden sind, bald nur einer bald mehrere von derselben Seite in diesen ein; immer aber treten sie zu den Körnern des Kernes heran und wären diese somit als die Enden der Fäden aufzufassen, wenn nicht in sehr vielen Fällen von ihnen wieder Fäden abgingen, die in entgegengesetzter Richtung die Substanz des Kernes und der Muskelfaser durchsetzend in das intramusculäre Netz ausmünden. Es sind somit die Körner nicht die Enden, sondern im Kern gelegene Knotenpunkte des feinsten Nervennetzes. Auch über diese Verhältnisse erhält man an Querschnitten die beste Auskunft (Fig. 33 c).

Nachdem schon Klebs (l. c.) erkannt hatte, dass eine innigere Beziehung zwischen den feinsten Nervenfäden und der Substanz der Muskelfasern bestehe, wurde durch Frankenhäuser[1] nachgewiesen, dass die ersteren in die letzteren eindringen und zu den Körnern des Kernes, die Frankenhäuser als Kernkörperchen deutet, treten. Die eben mitgetheilten Angaben sind das Resultat eingehender Untersuchungen, über welche ich an einem andern Orte ausführlicher berichten werde. Bezüglich des Verhaltens der feinsten Fäden zu der Substanz der Muskelfasern und des Kernes, sowie zu den Körnern der letzteren stimme ich mit Frankenhäuser überein. Dagegen konnte ich in den Körnern des Kernes nicht die wirklichen Enden der Nervenfäden erkennen, vielmehr erschienen sie mir als im Kern gelegene Knotenpunkte des feinsten Nervennetzes.

Verbreitung. Das Gewebe der glatten Muskelfasern hat einen sehr ausgedehnten Verbreitungsbezirk. An den Respirationsorganen bilden dieselben Lagen circulär verlaufender Fasern in der hinteren Wand der Trachea und in den Bronchien. In den Wandungen der Alveolen der Lunge der Säugethiere und des Menschen wird deren Existenz von einigen Forschern behauptet, von anderen geleugnet. In den Lungenalveolen des Kindes, den Lungensäcken des Frosches, des Salamanders und Triton kommen Muskelfasern vor.

Im Darmtractus setzen die glatten Muskelfasern Membranen zusammen, die sich von dem unteren Theil der Speiseröhre bis gegen das Mastdarmende finden. Ausserdem bilden sie eine eigene Lage in der Schleimhaut, die sogenannte Muscularis mucosae und erstrecken sich im Dünndarm von da bis in die Zotten. Die Ausführungsgänge vieler Drüsen besitzen eine eigene Muskelschichte, so der Ductus Wirsungianus des Rindes, ferner der Ductus pancreaticus der Katze, Taube, des Karpfens.

---

1) Die Nerven der Gebärmutter und ihre Endigungen in den glatten Muskelfasern. 1867.

Nach Tobien enthalten die Ausführungsgänge aller Mundspeicheldrüsen Muskelfasern, Kölliker sah nur im Ductus Whartonianus, Henle im Ductus Stenonianus einzelne Fasern, nach Eberth fehlen sie an den Ausführungsgängen sämmtlicher Speicheldrüsen.

Glatte Muskelfasern kommen ferner vor in den Lymphdrüsen und in der Milz. Ueber den Gehalt der letzteren an musculösen Elementen sind die Ansichten getheilt. Die Kapsel der Milz des Menschen soll solche enthalten, auch in den Balken wird ihre Anwesenheit behauptet. In der Milzkapsel der Thiere schwankt der Gehalt an glatten Muskelfasern bei den verschiedenen Arten; sie sollen sich in grosser Menge finden beim Delphin, Igel, Hund, bei der Katze, beim Schwein, Maulwurf, bei der Ratte und beim Kaninchen, in spärlicher Zahl bei den Wiederkäuern und beim Affen. Bei den Thieren sollen bald alle Balken (Schwein, Hund, Esel, Schaf, Kaninchen, Pferd, Igel, Meerschweinchen, Pekari, Fledermaus, Katze), bald nur die feineren (Ochs) glatte Muskelfasern enthalten. — Glatte Muskelfasern sind ferner gefunden in der Gallenblase, in dem Ductus choledochus und cysticus. — Sie machen einen wesentlichen Bestandtheil der mittleren Gefässhaut aus. — In den Nierenkelchen, dem Nierenbecken, Harnleiter und der Harnblase bilden die glatten Muskelfasern zusammenhängende Lagen und Membranen. — Unter der Schleimhaut der Harnröhre des Weibes sowie derjenigen des Mannes und zwar sowohl in der Pars prostatica als membranacea sind Muskelfasern gefunden. — Eine grosse Verbreitung findet das Gewebe der glatten Muskelfasern in den männlichen Geschlechtswerkzeugen, so am Vas deferens, an den Samenbläschen, der Prostata, den Corpora cavernosa, den Cowper'schen Drüsen, Nebenhoden, zwischen Tunica vaginalis communis und propria, an der Tunica dartos. In den weiblichen Geschlechtsorganen treten sie in den Eileitern, in den runden und breiten, vorderen und hinteren Mutterbändern auf; in dem Uterus erhalten sie die Rolle des wichtigsten Organtheiles, in der Scheide setzen sie eine wirkliche Muskelhaut zusammen; in den Ovarien wird ihre Existenz von Einigen behauptet, von Anderen geleugnet. Die Brustwarze und der Warzenhof besitzen zahlreiche glatte Muskelfasern, ebenso die Haarbälge, wo sie als Arrectores pili bezeichnet werden, sowie die Talg- und Schweissdrüsen. — Endlich wäre noch des Vorkommens der glatten Muskelfasern im Musculus ciliaris, in der Iris als Sphincter und als Dilatator zu erwähnen. Zum Schluss will ich noch des Befundes von glatten Muskelfasern in den Eihäuten gedenken.

Untersuchungsmethoden. Den feineren Bau der glatten Muskelfasern prüft man am besten an Präparaten, die mit Serum, Chromsäure (0,01%) und Goldlösung (0,1%) behandelt sind. Als Untersuchungsobjecte sind am meisten zu empfehlen die Harnblase, Lunge und kleinere arterielle Gefässe des Frosches. Zur Isolirung einzelner Fasern ohne Anwendung von Reagentien

eignen sich am besten die Muskelhäute des Darmes — Als Mittel zur Isolirung sind jetzt allgemein verdünnte Essigsäuremischungen (2—5%), Salpetersäure (20%) und Kalilauge (32%) gebräuchlich, welchen die gemeinsame Wirkung zukommt, die Kittsubstanz zu lösen und so die Muskelfasern in isolirtem Zustande zur Anschauung zu bringen. Auch die Maceration in Jodserum und in verdünnten Chromsäurelösungen (0,01 — 0,05%) leisten in dieser Beziehung gute Dienste. Behufs der Anfertigung von Querschnitten sind Alkohol, doppelt chromsaures Kali und Chromsäure, die beiden letzteren Reagentien in abwechselnder Einwirkung, gute Erhärtungsmittel. Will man die Muskelfasern in möglichst frischem Zustande untersuchen, so fertigt man Querschnitte von gefrorenen Muskelstücken an, die dann in Serum gelegt werden. Solche Schnitte sind ferner sehr geeignet zu der Behandlung mit Gold-, Silber- und verdünnten Chromsäurelösungen. Der Verlauf und die Endigung der Nerven ist am deutlichsten an Objecten, die 2—4 Minuten in 4 Cc. einer 0,5—1% Essigsäure und $^1/_2$ Stunde und länger in 4 Cc. einer 0,01% Chromsäure gelegen haben. Ausser dieser combinirten Anwendung von Essigsäure und Chromsäure kann ich auch die von Essigsäure und Alkohol empfehlen, sowie die Beobachtung an Goldpräparaten und Querschnitten, die mit Gold- und Chromsäurelösungen behandelt sind. Die zweckmässigsten Untersuchungsobjecte sind die Harnblase und die kleineren Arterien des Frosches. Zur Tingirung werden Carmin, Anilin, Chlorpalladium (F. E. Schulze) und Pikrinsäure (Schwarz) verwendet.



Capitel V.

Nerv und Muskelfaser.

Von

W. Kühne.

Durch die Nerven beherrschen wir unsere Muskeln, nur durch der Nerven Bahn erzeugt der Wille die Verkürzung und deshalb fragen wir: wie endet der Nerv im Muskel? Lange bevor Instrumente und Methoden Aussicht auf Antwort boten, hat sich die Forschung auf diese Frage gerichtet: immer neue und immer wieder vergebliche Versuche. Wir glauben heute die Berührung der contractilen Substanz mit der nervösen zu sehen und wissen doch nicht, ob weitere Vervollkommnung der Beobachtungsmittel nicht als Täuschung aufdeckt, was für Gewissheit genommen. Dennoch ist die Arbeit unerlässlich, sie wird forthämmern, bis auch auf dem Gebiete der Morphologie die Stunde geschlagen, wo Maass und Gesetz zum letzten Ausdrucke der Erkenntniss geworden.

Fruchtlos blieben bis zum Jahre 1840 alle Versuche die letzte Endigung des motorischen Nerven zu ergründen. Die Annahme schlingenförmiger Enden im Muskel ist nur als Ausdruck der Rathlosigkeit zu betrachten über die Unmöglichkeit den Nerven im Muskel mit hinreichender Deutlichkeit zu verfolgen. Da plötzlich und zufällig entdeckt ein vorurtheilsfreier Beobachter bei der Untersuchung des seltsamen kleinen Bärthierchens nahezu Alles, was wir heute von dem motorischen Nervenende kennen. Doyère entdeckte 1840, dass der Nerv sich mittelst einer conischen Anschwellung an die Muskelfaser anlegt. Beide Gebilde sind bei dem Bärthierchen hüllenlos, nervöse und contractile Substanz berührten sich also direkt.

Die Doyère'sche Beobachtung wurde lange verkannt, sie musste zurückstehen hinter der Theilnahme, welche Ernst Brücke's und Joh. Müller's Entdeckung fand, dass die Nervenprimitivfasern zwischen den Muskelfasern Theilungen eingehen, und wurde vollends ganz vergessen, als R. Wagner mit richtigem Takte die Nerventheilungen, welche überhaupt zuerst Savi am elektrischen Organe des Zitterrochen erkannt hatte, als ein Factum von allgemei-

ner Bedeutung an allen peripherisch wirkenden Nerven zur Geltung zu bringen suchte. Nun erst wurde verständlich, dass eine so geringe Anzahl von Nervenfasern, wie sie der zu den Muskeln gehende Nerv zu enthalten pflegt, eine so viel grössere Zahl von Muskelfasern zu beeinflussen vermöge. In einer fleissigen Arbeit zeigte Reichert, dass der Brusthautmuskel des Frosches von etwa 160 Muskelfasern nur 6—7 Nervenprimitivröhren erhält, aber das Verhältniss blieb verständlich, weil noch weit mehr, nahe an 300 durch die Theilung entstandene Endfäserchen nachgewiesen werden konnten. Alle diese Untersuchungen beschäftigten sich indess nicht oder kaum mit der Frage nach der eigentlichen Endigung, wohl aber mit der nach der Vertheilung der Nervenfasern zwischen den Muskelbündeln. Die letztere liegt dem vorliegenden Gegenstande ferner, wir beschränken uns daher auf das Wesentliche.

Bei der Betrachtung dünner, durchsichtiger Muskeln oder flach abgeschnittener Muskelstücken sieht man sowohl gröbere wie feinere Nervenstämmchen selten parallel zur Faserrichtung des Muskels verlaufen, oft senkrecht oder nahezu unter rechtem Winkel auf dieselbe gerichtet. Besonders gilt dies für vereinzelte Nervenfasern und für fast alle dem Ende nahen Strecken. Die Muskeln der verschiedenen Thiere, ebenso die verschiedenen Muskeln desselben Thieres sind sehr ungleich mit Nerven versorgt. Bei einzelnen niederen Thieren (Bowerbankia) scheint der Muskel genau so viel Nerven- als Muskelfasern zu erhalten, bei anderen überraschend wenige, besonders bei den Fischen, während bei den Warmblütern gerade wie an den Augenmuskeln sämmtlicher Thiere vielleicht wenig mehr Muskelfasern als Nervenprimitivröhren vorhanden sind. Geht man von der Behauptung aus, dass jede Muskelfaser mindestens eine Nervenfaser, wenn auch nur eine durch Theilung entstandene, erhalten müsse, so wird es begreiflich, dass die durch sehnige Inscriptionen so vielfach abgetheilte Muskulatur der Fische, die wegen der Kürze ihrer Fasern im gleichen Volumen ausserordentlich vielmehr einzeln zu versorgende Muskelfasern enthält, als die langfasrigen Muskeln der meisten anderen Geschöpfe, nur eine geringere Anzahl von Nervenprimitivfasern erhalten kann. Der Fisch würde einen mächtigen Ballast von Nerven zu tragen haben, wenn das Verhältniss bei ihm wie bei den Säugern wäre. Man findet dafür aber nirgends so leicht und so viele Theilungen der Nervenprimitivfasern wie in den Fischmuskeln. Die grosse relative Nervenzahl in den Augenmuskeln, annähernd auch in allen Muskeln der Säuger und, wie es scheint, besonders des Menschen enthält wichtige Winke für die genaue Regulirung ihrer Bewegungen, denn die ungemein feine Einstellung der Augenmuskeln wäre unerreichbar, wenn die Erregung einer Nervenfaser gleich die einer grossen Anzahl von Muskelfasern, wie beim Frosch und noch mehr bei den Fischen, zur Folge hätte. Hinsichtlich der allgemeinen Nervenverbreitung sei hier auch des oft berührten Factums gedacht, dass in jedem Muskel grosse Strecken vorkommen, wo keine Nerven anzutreffen sind, und dass namentlich die Enden in beträchtlicher Ausdehnung nervenfrei zu sein pflegen. Zum

Studium der Nerventheilung eignen sich am besten der Brusthautmuskel, der Sartorius, die Augen- und Zehenmuskeln, auch der M. hyoglossus des Frosches, ferner die Augenmuskeln der Fische, unter den Säugern der Katze und vor Allem die dünnen Muskeln der Schlange, welche von der Wirbelsäule zur Haut gehen. Man untersucht dieselben im Zustande des Ueberlebens ohne Zusatz, nur durch ein Deckglas abgeplattet, oder nach der Aufhellung mittelst HCl von 0,1 pCt.

Nachdem Doyère's Entdeckung den Zusammenhang hüllenloser Nerven mit ebenfalls nackten Muskelbändern erwiesen hatte, konnte schon aus rein morphologischen Gesichtspunkten die Frage entstehen, ob die quergestreiften und von Sarkolemma überzogenen Muskeln, zu denen nie andere als mit Scheiden umhüllte Nervenfasern gehen, nicht irgendwo den Nerven durch die Membran hindurchtreten liessen. Noch dringender wurde die Hypothese vom Uebergange der Schwann'schen Scheide in das Sarkolemma, mit andern Worten des Durchtritts der Nervenfaser bis unmittelbar an den contractilen Inhalt des Sarkolemm's von der Physiologie aufgeworfen und an der Hand derselben auch in der That Dasjenige festgestellt, was seit Doyère Neues über die motorische Nervenendigung gefunden worden.

Wir beginnen mit den quergestreiften Muskeln, in der Darstellung von den niederen zu den höheren Thieren fortschreitend, und indem wir einstweilen das Verhalten bei den ungestreiften und den noch unvollkommen bekannten scheinbar glatten Muskeln der Würmer und noch tiefer stehenden Evertebraten bei Seite lassen.

Die Nervenendigung bei den wirbellosen Thieren. Die gestreiften Muskeln der Arthropoden sind allseitig geschlossene cylindrische Sarkolemmschläuche, deren Inhalt das bekannte Bild etagenartig übereinander gelagerter Scheiben von Fleischprismen[1] bietet, getrennt durch eine in der Querrichtung der Faser mächtigere, in der Längsrichtung spärliche homogene flüssige Substanz. Wie alle Muskeln enthalten auch diese ausser den genannten als die eigentlich contractilen zu bezeichnenden Substanzen noch einen für die Kraftleistung, wie es scheint, minder wichtigen Bestandtheil, der nach der heute unangefochtenen Meinung Aller als Rest ehemaliger Bildungszellen aufgefasst wird. Er besteht aus Kernen mit deutlicher doppelt contourirter Membran, klaren Inhalts, oft mit Kernkörperchen versehen, aus Blasen ohne deutliche Umhüllung von verschiedener Gestalt, aus Körnern und aus einer feinkörnigen, breiartigen Masse. Diese Masse kann sehr verschieden im Muskelinnern vertheilt sein, bald in einzelnen kurzen Streifen, die sich in allen Tiefen der Faser präsentiren, bald in langen Bändern, welche zwischen contractiler Substanz und Sarkolemma gelagert sind, oft auch im Centrum einen durch die

---

1 Die Scheiben werden in der Literatur nach einer von Bowman eingeführten Bezeichnung Discs, nach Rollett Hauptsubstanzscheiben genannt. Die Fleischprismen wurden bisher gleichfalls nach Bowman als sarcous elements bezeichnet.

ganze Länge der Faser verlaufenden Canal erfüllend. Viele Muskeln der Crustaceen enthalten diese Masse sogar als einen continuirlichen überall zwischen Sarkolemm und Muskelsubstanz gelegenen Cylindermantel. Die Anhäufungen der geschilderten Elemente können ferner entweder einzeln für sich ohne Zusammenhang mit den übrigen bestehen, oder durch die ganze Muskelfaser zusammenhängen, indem das, was im Centralkanale liegt, entweder durch radiär gestellte Brücken an die Randtheile greift, oder indem die flach unter dem Sarkolemma gelegenen Massen an den natürlichen Enden der Muskelfasern untereinander und mit den entfernter gelegenen zusammentreten.

Das geeigneteste Object zur Erknnung der motorischen Nervenendigung scheinen die Insektenmuskeln zu sein. Man bedient sich am besten der Muskeln des grossen schwarzen Wasserkäfers (Hydrophilus piceus), der dem nahe verwandten Dytiscus marginalis vorzuziehen ist, und nimmt nicht die in den Beinen enthaltenen Muskeln, sondern die im Thoraxraume gelegenen grossen ungefärbten Bündel, welche sich mit breitem Ansatze zu den Thürflügelartig eingelenkten Oberschenkeln begeben. Schneidet man den Muskel durch plötzliche Scheerenschnitte an beiden Insertionen ab, so gewinnt man ein Präparat, das allenfalls ohne Zusatz, sonst in dem Blute des Käfers auch in NaCl Lösung von $^1/_2$ pCt. nach sanfter Bearbeitung mit Nadeln viele wohl isolirte Muskelfasern liefert. Dieselben sind durch Bindegewebe gar nicht, nur durch Nerven und Tracheen aneinander geheftet, die beide sehr leicht zerreissen. Unter den Nerven findet man viele ausserordentlich dicke Primitivfasern von deutlicher membranöser, darunter von sehr blasser, blasiger, stellenweise auch höchst fein granulirter markiger Hülle umgeben, während der axiale Theil fibrilläre Struktur erkennen lässt. Durch sehr entwickelte Theilungen, die mit den Ramifikationen der Blutgefässe höherer Thiere wetteifern können, entsenden die dicken Nervenfasern feinere und feinste Aestchen zu den Muskelfasern, von welchen jede eine erstaunliche Anzahl wirklicher Enden enthält. Man sieht besonders die mittleren Strecken der Muskelfasern an allen Seiten ihres Umfanges mit Reihen von trichterförmigen Fortsätzen, hohen und niedrigeren Hügeln besetzt, deren Gipfel immer dem Eintritte eines Nervenästchens entspricht. Die Letzteren scheinen stets nur *eine* axiale Fibrille, *einen* Axencylinder zu enthalten, aber es ist in den meisten Fällen möglich hart unter dem Gipfel des Nervenhügels Theilungen derselben in zwei stark divergirende Aeste zu bemerken, welche eine Strecke weit

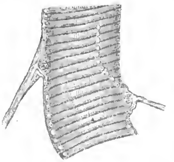


Fig. 34.

Fig. 34. Muskelfaser mit zwei Nervenenden von Hydrophilus piceus.

im Hügelinhalte zu verfolgen sind. Von der an sich schon sehr blassen Markmasse des Nerven ist an den Enden Nichts mehr zu bemerken, das Bild der zum Muskel mitgelangenden Scheide ist also durch Nichts getrübt. Wer dasselbe sehen mag, wird nicht zweifeln, dass die Nervenscheide continuirlich in das Sarkolemm übergeht, dass die Contouren des letzteren, die sich zu dem Trichter erheben oder über den Hügel hinziehen, continuirlich in die der Nervenscheide fortlaufen, mit andern Worten dass Nervenscheide und Sarkolemma zwei communicirende Röhren darstellen. Man mag das Nervenende gelagert finden wie man will, auch am Querschnitte der Muskelfaser, oder an dem optischen Querschnitte, den man erblickt, wenn eine umgebogene Muskelfaser die Beugungsstelle nach oben kehrt, stets führt die Beobachtung unweigerlich zu diesem Schlusse.

Die Gestalt der Nervenansätze kann sehr verschieden sein, bald spitz, trichterartig, bald hügelig und abgestumpft, bald ganz flach, Formen, welche unstreitig durch Ziehen an den Nerven, das die Präparation nicht auszuschliessen vermag, zu Stande kommen. Indess sieht man, wenn auch nicht die ganz spitzen Trichter, so doch Hügel von erheblicher Höhe an Muskelfasern, deren Nerven gar nicht gezerrt worden, so an flachen Muskelstückchen, die mit der Scheere von der Oberfläche im Zusammenhange mit den Nachbarn entnommen wurden. Wir dürfen daher das ganze Gebilde der Nervenausstrahlung als Nerven h ü g e l bezeichnen und seinem Entdecker zu Ehren als den Doyère'schen Hügel benennen. Wo immer ein Nerv enden mag, wird man finden, dass die contractile Substanz unter dem Nervenhügel mit der zweiten Inhaltsmasse, den Kernen, Körnern, Körnchen u. s. w. belegt ist. Für diejenigen Muskelfasern, welche einen ganzen Mantel dieser Substanz besitzen, ist dieses Verhalten selbstverständlich, allein es wird auch da gefunden, wo die meisten Streifen jener Masse nicht unmittelbar unter dem Sarkolemma lagern, ja wo nur eine centrale Axe davon vorkommt, begiebt sich eine Anhäufung von conischer Gestalt quer durch die contractile Substanz hindurch bis nahe an den Gipfel des Doyère'schen Hügels, und wo lange schmale Züge hart unter dem Sarkolemm liegen, verlassen diese ihre sonst stets geradlinige Richtung, um bogenförmig in den Hügel einzumünden. Der Hügel hat an seiner Basis zuweilen nur einen nach einer Längsrichtung gehenden Fortsatz, häufiger jedoch erstreckt sich derselbe nach zwei Seiten hin. Was nun das Ende des in den Hügel tretenden und sich in der Regel gablig theilenden Axencylinders betrifft, so hat derselbe von den meisten Beobachtern nicht deutlich erkannt werden können. Rouget lässt denselben bei den Crustaceen sofort an der Gränze der granulirten kernhaltigen und der contractilen Substanz mit abgestumpften Spitzen, bei den Käfern erst etwas weiter laufend am gleichen Orte enden. Es wird ohne erneute Untersuchung des Gegenstandes nicht möglich sein die Frage nach dem letzten Verhalten des Axencylinders zu entscheiden. Denn bei aller Wahrscheinlichkeit, welche Rouget's Angaben über die Form der Axencylinderfortsätze besitzen, ist doch die Lage,

welche er ihnen zuschreibt, aus unten zu erörternden Gründen überraschend. Die Methoden der Gold- und Silberimprägnation, welche sich auf andern Gebieten der feineren Nervenanatomie so fruchtbar erwiesen, haben zur Entscheidung dieser Frage versucht, bis jetzt noch zu keinem schlagenden Resultate geführt.

Für die Arthropoden kann nach dem Gesagten also behauptet werden, dass jede ihrer Muskelfasern eine grosse Anzahl von Nervenenden erhält, dass die Nervenscheide mit dem Sarkolemm verschmilzt, dass die leitende und eigentlich nervöse Faser, der Axencylinder durch die Communicationsstelle beider Schläuche hindurchtrete, sich im Nervenhügel theile und dass alle Nervenhügel zum mindesten an ihrer Basis eine Sohle von Muskelbildungsmaterial besitzen, das in verschiedener Mächtigkeit in den contractilen Theil der Faser hineinragen kann. Diese Ergebnisse sind gewonnen bei Hydrophilus piceus, Dytiscus marginalis, Carabus auratus, Silpha obscura, Melantha vulgaris, Geotrupes stercorarius, Trichodes apiarius und alvearius, Musca domestica, Tabanus bovinus, Bombus, — Tegenaria, Argyroneta aquatica, — Astacus fluviatilis, also bei allen drei Klassen der Arthropoden.

Die Nervenendigung bei den Wirbelthieren. A. Amphibien. Von besonderem Interesse ist die Erkenntniss der Nervenendigung bei den Amphibien, vor Allen beim Frosche, der von jeher den Physiologen zur Untersuchung der Wechselbeziehungen zwischen motorischem Nerven und Muskel gedient hat. Verschiedene Muskeln dieses Thieres sind darauf geprüft worden, der Sartorius, die Augenmuskeln, die kurzen Fasern des gefiederten Gastroknemius und der kleineren Muskelgruppen am Fusse zwischen den Zehen.

Wie bekannt nimmt in den Froschmuskeln das nicht contractile Bildungsmaterial oder der Rest desselben im Vergleiche zur quergestreiften contractilen Substanz einen sehr geringen Raum ein. Die Muskelfaser ist zwar mit Kernen der Art durchsetzt, dass sich dieselben sowohl hart unter dem Sarkolemm, wie in allen Theilen des Querschnitts vorfinden, allein sehr spärlich ist der protoplasmatische Theil, an den Polen der Kerne meist nur noch durch wenige Körnchen kenntlich, die an manchen Kernen selbst ganz fehlen können. Ohne methodische Untersuchung wird es an Froschmuskelfasern fast unmöglich sein je auf eine Stelle zu stossen, welche mit Nerven zusammenhängt; die Fruchtlosigkeit so oft an diesem Objecte wiederholter Bemühungen vor dem letzten Decennium beweist dies zur Genüge. Nach den Erfahrungen über den Zusammenhang der Nerven mit den von Sarkolemm umkleideten quergestreiften Muskelfasern der Wirbellosen, war es indess mehr als eine Hypothese, wenn man davon ausging, die Sache müsse sich dennoch im Wesentlichen gleich verhalten bei allen Thieren, und so auch bei den Wirbelthieren, überall wo Nerven den Contractionsvorgang auslösen. Um zu entscheiden ob jede Muskelfaser mit mindestens einer Nervenfaser irgendwo verknüpft sei, brauchte man sie nur in ihrer vollen Länge schonend zu isoliren und ihre ganze Oberfläche ge-

nau zu betrachten. Dieser Anforderung wird genügt durch die von Budge erfundene Isolirungsmethode mittelst eines Gemisches von chlorsaurem Kali und Salpetersäure, das von Wittich zweckmässig modificirte, indem er empfahl, die Muskeln mit derselben Mischung nach vorheriger starker Verdünnung zu erwärmen. Noch zweckmässiger ist es, das intermuskuläre Bindegewebe durch 24stündiges Einlegen in äusserst verdünnte schweflige Säure erst zur Quellung zu bringen und dann durch mehrstündiges Erwärmen auf etwa 40° C. in Leim überzuführen und zu lösen. Die Isolation der Muskelfaser geschieht alsdann durch heftiges Schütteln mit Wasser im Probirröhrchen. Auf diese Weise lässt sich jeder Muskel vollkommen in seine einzelnen Fasern zerklüften. Capillargefässe, die derselben öfter noch anhängen, sind durch Abpinseln zu entfernen. Man entdeckt nun bei der Durchmusterung solcher isolirter Muskelfasern in ihrer ganzen Länge immer mindestens eine Stelle, welcher ein meist vielgetheilter Nerv fest anhaftet, an langen Muskeln, z. B. an dem Sartorius viele, welche mehrere solche Stellen besitzen, während die kurzen Fasern aus dem Gastroknemius in der Regel nur eine Nervenverknüpfungsstelle aufweisen. An denselben Präparaten ist der Uebergang der Schwann'schen Nervenscheide in das Sarkolemm in der Profillage ohne Weiteres zu beobachten.

Um die Nervenendigung, wie bei den Arthropoden, am frischen, noch lebenden und zuckenden Muskel zur Anschauung zu bringen, sind die Fasern des Gastroknemius zu isoliren. Unschwer erkennt man in dem aufgebrochenen und auseinandergezerrten Muskel den zu seiner Faserung senkrechten Verlauf der kleinsten Nervenstämmchen an den sie begleitenden schwarz pigmentirten Gefässen. In dieser Gegend treten dann die Endästchen ab, und wenn man nun einzelne Muskelfasern, nachdem sie vorher bündelweise an beiden Enden mit den Sehnen durchschnitten, mit der Pincette heraushebt, so ist man ziemlich sicher das gewünschte Object zu erhalten. Dasselbe ist ohne Zusatz oder in 0,5 pCt. NaCl Lösung zu untersuchen, worin die Muskeln lange erregbar bleiben; auch Humor aqueus und das Serum des Frosches sind zu verwenden. Kurz vor dem Durchtritte des Nerven in das Sarkolemm pflegt sich derselbe vielfach zu theilen und sogenannte Nervenendbüsche zu bilden, deren sehr kurze Aeste selten den Querdurchmesser der Muskelfaser übertreffen und welche in allen denkbaren Richtungen zur Axe der Muskelfaser orientirt liegen können. Die Zahl der Aeste erster Ordnung beträgt selten mehr als 5, die der zweiten Ordnung bis 10 und 12. Bis unmittelbar an den Ansatz des Nerven, begleitet ihn seine Markumhüllung und die Schwann'sche Scheide, von welchen die erstere ohne wesentliche Zuspitzung stumpf aufhört. An Profilbildern ist keinerlei Trennung zwischen dem Contour des Sarkolemms und dem der häutigen Scheide zu sehen, ja die platten und granulirten Kerne derselben können hier nicht selten bis in Theile verfolgt werden, die Jeder schon dem Sarkolemm zurechnen wird, das sonst beim Frosche bekanntlich kernlos ist. Es kann keinen besseren Beweis als diesen für die Continuität der beiden membranösen Röhren geben.

An der Stelle, wo das Nervenende brüsk absetzt, findet sich beim Frosche keine hügelige Erhebung, und auch nur in sehr seltenen Fällen, wenn nämlich der Nerv hier, wo er übrigens am leichtesten abzureissen scheint, starker Dehnung ausgesetzt war, zieht sich das Mark ein wenig zurück, so dass ein kleiner leerer Trichter über den Rand der Muskelfaser hervorragt. Unter dem Sarkolemm erkennt man als Fortsetzung der nun marklos gewordenen Nerven schmale ziemlich weit und parallel mit der Muskelfaseraxe sich erstreckende Fasern, deren Breite die feinsten markhaltigen Aeste oft etwas übertrifft. Diese Fasern bilden zwischen contractiler Substanz und Sarkolemm ein zierlich gemustertes Bild, sie theilen sich bisweilen, entsenden Aestchen von nahezu gleicher Breite, aus denen wieder dann einige parallele hervorgehen. Das ganze System, welches sie bilden, pflegt drei bis viermal so lang zu sein, als der quere Durchmesser der Muskelfaser. Niemals umfasst es die ganze Peripherie der contractilen Substanz, und niemals treten die Aeste in die Tiefen derselben ein. Ohne Zweifel hat man hier eine intermuskuläre geästelte Ausbreitung des Axencylinders vor sich, es ist der axiale Theil der markhaltigen Nerven, der allein unter das Sarkolemm gelangt und der hier das Bild eines weitmaschigen zum Theil aufgefaserten Geflechtes erzeugt. Die Fasern desselben scheinen theils drehrund, theils abgeplattet zu sein; sie sind sehr durchsichtig und von zarten meist glatten Contouren begränzt, doch sieht man dieselben an einzelnen Stellen auch fein gezähnelt. Gute Instrumente zeigen mit aller nur wünschenswerthen Schärfe, dass die Enden der intermuskulären Axencylinder nie diffus getrübt

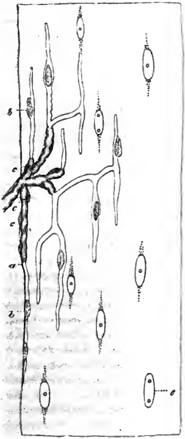


Fig. 35.

Fig. 35. Motorische Nervenenden vom Frosch. Der Deutlichkeit wegen sind die Querstreifen der Muskelfasern nicht mit abgebildet. Bei *a* der Nervendurchtritt durch das Sarkolemm im Profile gesehen. Der übrige Theil der intermuskularen Axengliederverbreitung ist nach verschiedenen Einstellungen des Focus entworfen. *b b* Nervenendknospen. *c c c* Kerne der Schwann'schen Scheide. *e* Muskelkerne.

oder körnig aufhören; überall ist das Ende eine deutlich abgerundete Spitze. Hie und da sind die Axencylinder etwas verbreitert, und auf solchen Stellen gewahrt man in der Regel kleine stark granulirte Körperchen, deren Grösse etwa in der Mitte steht, zwischen der der Kerne in der Schwann'schen Scheide und den allbekannten Muskelkernen. Dieselben sind von birnförmiger Gestalt, tragen spitze Enden gegen das Ende der Axencylinder gerichtet, und finden sich nicht nur an den verbreiterten Stellen des Letzteren, sondern auch noch hie und da an andern Orten, immer aber dem Axencylinder dicht anliegend. Schon mit den gewöhnlichen Vergrösserungen, am besten bei Anwendung sehr starker Objective und eines sehr schwachen Oculars erkennt man in diesen Nervenendknospen feinere Structur. Ein dünner geschlängelter Faden, welcher sich vom Axencylinder abhebt und der in einzelnen Fällen selbst zum längeren Bande wird, verläuft in der Länge der Knospen, um in dem spitzen Ende mit einer kleinen Anschwellung aufzuhören. Dies ist Alles, was bis heute über die Endigung der Nerven bei den Amphibien wahrgenommen worden; die Muskeln der Tritonen, der Kröten, des Proteus und des Salamanders verhalten sich denen des Frosches gleich. Nirgends existirt bei diesen Thieren etwas von der körnigen und kernhaltigen Unterlage, welche der Nerv bei den Arthropoden im Muskel findet. Wohl kann ein Muskelkern mit spärlichem Protoplasma sehr nahe an dem intramuskulären Axencylinder liegen, aber eine besondere, dieser Stelle entsprechende und abweichende Lagerung dieses Antheiles des Muskelinhaltes findet sich nie. Was die Lagerung der Endknospen, wie diese Gebilde nur ihrer Form wegen genannt wurden, betrifft, so scheinen dieselben entweder neben den Nerven in gleicher Ebene zu liegen oder, wie in den meisten Fällen, auf den Letzteren zwischen ihnen und dem Sarkolemm. Endständig, wie der Verfasser einzelne anfangs glaubte gesehen zu haben, scheinen sie nicht auf dem Axencylinder vorzukommen. Die Bedeutung der Nervenknospen ist weder im physiologischen noch im morphologischen Sinne irgendwie aufgeklärt, das Wahrscheinlichste dürfte sein, dass sie Kerne ehemaliger Bildungszellen des Nerven und des Muskels vorstellen und demnach auch in ihrem Bau etwa den Kernen von mit Nerven verbundenen Zellen in der Oberhaut der Froschlarven zu vergleichen seien, welche Hensen beschrieben hat. In den Kernkörperchen dieser kernhaltigen Zellen endet nach Hensen die embryonale Nervenfaser; das kleine birnförmige Knöpfchen am Ende des centralen Fadens in den Nervenknospen würde dann dem Kernkörperchen entsprechen.

Obwohl kein Zweifel darüber herrschen kann, dass auch beim Amphibium die Nervenscheide mit dem Sarkolemm ein Continuum bildet, woraus unabweislich folgt, dass der Inhalt der Ersteren, wenn er sich überhaupt noch weiter erstreckt, unter dem Sarkolemm liegen müsse, ist diese Lehre doch vielfach auf Widerspruch gestossen. Durch Versuche lässt sich indess unzweifelhaft darthun, dass die hier vorgetragenen Angaben richtig sind. Man kann in frischen isolirten Muskelfasern durch HCl von 0,1 pCt. den ganzen

Inhalt in eine fliessende Flüssigkeit verwandeln, indem man nicht nur das erst geronnene Muskelplasma, sondern auch den grössten Theil der Fleischprismen in eine Syntoninlösung überführt. Wie bekannt, bewegt sich alsdann der ganze Muskelinhalt mit Leichtigkeit im Sarkolemma hin und her, wenn man Sorge trägt, dass das Lumen des Letzteren offen erhalten bleibt, indem man Abplattungen durch Druck vermeidet.

An so behandelten Muskelfasern lösen sich die intermuskulären Axencylinder erst mit den Spitzen, dann in grösserer Ausdehnung fast mit der ganzen Länge vom Sarkolemm los und senken sich in die Tiefe des Rohres, so dass sie beim Bewegen der Flüssigkeit pendelnd umherflottiren. Noch durch ein anderes Verfahren ist es Cohnheim gelungen denselben Beweis zu führen. Er behandelte frische nur einmal in Säure getauchte Muskelfasern flüchtig, mit einer schwachen Lösung von salpetersaurem Silber, wusch sie mit Wasser ab und liess sie sich am Lichte schwärzen. Ein feiner silberhaltiger Niederschlag bildete sich hierbei in Form dünner Membranen zwischen dem Muskelcylinder und dem Sarkolemma, der nach der Einwirkung des Lichtes den Muskel mit einem unter dem Sarkolemm gelegenen schwarzen Mantel umzog. In diesem Silbermantel wurde nun die ganze intermuskuläre Nervenvertheilung als weisse Silhouette sichtbar, zum Zeichen, dass hier zwischen Sarkolemm und contractiler Substanz etwas eingeschoben sein musste, und das waren die intermuskulären Axencylinder. Der Versuch ist noch in mancher anderen Hinsicht interessant, denn erstlich findet man noch vor der Schwärzung das Bild der Nervenendigung in überraschender Deutlichkeit, da die feine aus Silberniederschlägen bestehende Haut selbst dann schon Alles was Nerv ist mit deutlicheren Grenzen umzieht und ausserdem giebt er ein Mittel, leider bis heute das einzige, für einige Monate wenigstens Muskelpräparate mit Nervenendigungen zu conserviren. Endlich aber zeigt er, dass zwischen Sarkolemma und Axencylinder einerseits, zwischen diesen und der contractilen Substanz andererseits, eine mit Silberlösung unter den Umständen, die der Versuch zufällig realisirt, nicht fällbare capillare Schicht vorkommt, etwas Anderes als das, was die ganze contractile Substanz nach dem Sarkolemm hin sonst überall umkleidet. Die Versuche den Nerven im mit verdünnter HCl behandelten Muskelrohre flottiren zu lassen, machten das Erstere schon wahrscheinlich, denn man sieht dabei, dass sich die Axencylinder nur nach und nach, mit den Spitzen beginnend, vom Sarkolemm trennen, an das sie sehr fest geklebt zu sein scheinen; das Zweite muss indess noch wichtiger erscheinen, weil es auf eine innigere Berührung zwischen Nerv und contractiler Substanz, als zwischen dieser und dem Sarkolemm deutet.

Ueber die Methoden der Untersuchung ist hier hinzuzufügen, dass dieselben vornehmlich in der Anwendung der äussersten Sorgfalt bestehen, denn es handelt sich hier um eines der schwierigsten Gebiete der gesammten mikroskopischen Technik, auf welchem die Histologen noch bis heute zu keiner Einigung gelangen konnten, wie das der kurze geschichtliche Abriss am Ende dieses

Aufsatzes belegen wird. Es ist nicht genug die Muskelfasern noch zuckenden Muskeln zu entnehmen, sondern man muss auch dafür sorgen, dass sie unter dem stets auf Stützen ruhenden Deckglase auch isolirt allenfalls noch zucken können. Todtenstarre Fasern sind gänzlich unbrauchbar, ebenso solche, welche um ihre Axe gedreht oder welche irgendwie gequetscht worden. Behandlung mit etwas concentrirteren Säuren lässt vom intermuskulären Nerven nichts übrig, als streifig angeordnete Bröckel, äusserst verdünnte Säuren, so Essigsäure von 0,5 pCt., HCl 0,1 pCt., machen das Bild zwar nicht klarer, aber sie zerstören es auch nicht; nur die Endknospen erweichen darin in ganz eigenthümlicher Weise, indem sie sich pinselartig auffasern, ein Verhalten, das ganz im Gegensatze steht zu der bekannten Schrumpfung der Muskelkerne und der der Schwann'schen Scheide, und das am besten die Verschiedenheit der Besatzkörperchen des Axencylinders von jenen Gebilden beweist.

Die Nervenendigung bei den Fischen ist bisher noch wenig untersucht worden; man hat durch einzelne der für die Amphibien erprobten Methoden jedoch nachweisen können, dass auch hier die Nerven durch das Sarkolemm treten und an der Stelle des Uebergangs die Markscheide verlieren. Die einzigen ausführlicheren Untersuchungen, welche über die Endigung bei Torpedo ocellata angestellt worden, finden in dem Folgenden Erwähnung.

B. Reptilien, Vögel, Säuger. Auch bei diesen Thieren lässt sich durch die Isolirungsmethode mittelst der Budge'schen Mischung die feste Verknüpfung der Nerven mit den Muskelfasern nachweisen, denn wenn die Blutgefässnetze, welche das Säuregemisch erhält, bereits durch Pinseln entfernt worden sind, bleibt hartnäckig ein kurzer, oft getheilter Nervenstumpf an der Faser haften. Genauere Aufschlüsse über die Art der Nervenendigung gab aber erst eine Untersuchung von Rouget, der den Doyère'schen Hügel zuerst bei den Eidechsen dann bei den Warmblütern nachwies. Rouget bestätigte den bereits vor ihm geführten Nachweis des Durchtretens der Nerven durch das Sarkolemm, der Verschmelzung desselben mit der Schwann'schen Scheide, aber er fügte die wichtige Beobachtung nach Untersuchung an frischen Muskeln, wie sie namentlich bei den Reptilien leicht auszuführen, hinzu, dass unter der Nerveneintrittsstelle ganz wie bei den Arthropoden sich Ansammlungen von Kernen und granulirter Substanz als Füllungsmasse des Doyère'schen Hügels befinden. Dennoch existirt in den Muskeln dieser Thiere kein solcher Reichthum an Kern- und Protoplasmahaltigem Bildungsmaterial, wie bei den Arthropoden, dasselbe scheint hier in grösserer Anhäufung nur noch unter dem Nervenende vorzukommen. Nach Rouget ist die breiartige Masse mit sammt den darin liegenden Kernen die eigentliche Endigung des Nerven, der Axencylinder wandelt sich in dieselbe um und berührt in diesem umgewandelten Zustande mit kreisförmiger oder auch elliptischer flacher Basis die contractile Substanz, deren Cylindergestalt er mantelartig eine Strecke weit, aber niemals ganz und im vollen Kreise umgreift. Reihen von Kernen und körniger

Substanz, welche wie bei den Arthropoden sich lang durch den Muskel hinziehen, fehlen dagegen bei den Eidechsen und den Warmblütern gänzlich. Rougets Beobachtungen fanden bald Bestätigung und Krause dürfte der erste gewesen sein der die Kerne des Nervenhügels ganz richtig beschrieb und abbildete, d. i. als kleine zartrandige Bläschen mit verhältnissmässig grossen glänzenden Kernkörperchen, wie sie im frischen Zustande erscheinen, während sie nach dem Absterben des Muskels und auf Zusatz von selbst sehr verdünnten Säuren runzelig und von Körnchen erfüllt werden. Nur im letzteren veränderten Zustande hatte sie Rouget gesehen und später abgebildet. Die Kerne, welche man am Nervenende sieht, sind ferner nicht alle gleich, ein Theil gehört dem Hügel an, ein anderer der Membran, die ihn bedeckt, und die letzteren sind bedeutend kleiner, flacher, zeigen selten ein deutliches Kernkörperchen und sind immer fein punktirt oder trübe. Sie liegen in der Membran, wie Krause gezeigt hat, und dürften als Kerne der Schwann'schen Scheide zu betrachten sein, welche letztere, zur Hügelmembran erweitert, sich anschickt in's Sarkolemm überzugehen.

Demgemäss findet man diese Art der Kerne nur auf dem oberen Theile des Hügels, so dass sie schon ihrer Lage nach nicht mit den bläschenförmigen, welche nur der Basis oder doch dem dem Muskel zugekehrten Theile des Hügels zukommen, zu verwechseln sind. An Zahl weit geringer, liegen die kleinen, trüben Kerne unregelmässig in der Hügelmembran vertheilt, während die bläschenförmigen Kerne mehr oder minder deutlich um den Rand der Basis angeordnet sind. Mit ihren längeren Axen stehen diese kleinen Ellipsoide endlich meist radiär zur Axe der Muskelfaser orientirt. Ihre Grösse unterliegt nur geringen Schwankungen, bei den Eidechsen sind sie nur um wenig grösser als die Muskelkerne, von denen sie sich jedoch durch die etwas weniger gestreckte Form und das seltenere Vorkommen zweier Kernkörperchen unterscheiden, bei den Warmblütern dagegen übertreffen sie die Maasse der Muskelkerne bedeutend.

Alle denkbaren unregelmässigen Gestalten des Nervenhügels findet man besonders an den Muskeln der Reptilien, hohe und niedrige, solche mit langer elliptischer oft sehr gestreckter Basis, oft solche mit nahezu kreisförmiger oder von der Form eines an den Winkeln abgestumpften Parallelogramms. Die länglicheren sind immer die flachsten, sie bilden bisweilen kaum eine Hervorragung an der Muskelfaser, wenn diese das Nervenende auch im Profile zeigt. Bei den Warmblütern, wo die Basis des Nervenhügels nahezu kreisförmig ist, sind die Hügel ebenfalls sehr flach, Verhältnisse, welche wir nur kurz erwähnen, da sie von untergeordneter Bedeutung sein dürften.

Wie bekannt verändern sich die Muskeln der Warmblüter ungemein schnell nach dem Tode, und dass dabei so zarte Organe, wie die Nervenenden in ihnen ebenfalls cadaverösen Veränderungen unterliegen, darf nicht Wunder nehmen. Untersuchungen über den feineren Bau derselben hatten daher mit den Reptilien zu beginnen, deren Muskeln ähnlich, wie die der Amphibien, besonders

bei niederer Temperatur, erstaunlich lange erregbar bleiben. An den Muskeln der Eidechsen, Lacerta agilis und L. viridis ist es nun in der That nicht schwer zu erkennen, in welcher Weise der Nerv im Doyère'schen Hügel endet. Die granulirte Masse, welche denselben sammt ihren Kernen erfüllt, bildet nur die Basis oder eine Sohle des Nervenendes, während dieses selbst aus einer durchsichtigen, nicht granulirten Platte, der Nervenendplatte, oder der motorischen Nervenplatte besteht. In welchem Stadium des Absterbens man die Muskeln untersuchen mag, immer wird man im Nervenhügel, und dies gilt auch für die Warmblüter, ausser den früher genannten Dingen noch etwas Drittes finden, nämlich Bläschen verschiedener Gestalt, die klar und durchsichtig, blass contourirt und frei von Kernkörperchen sind. Dieselben sind Produkte der sich sehr leicht, wahrscheinlich durch die postmortale Säurebildung im Muskel verändernden Nervenplatte.

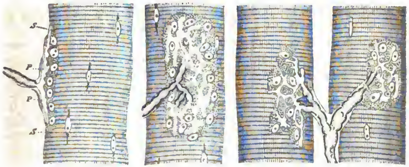


Fig. 36 a. b. c.

Aus dem noch zuckenden Oberschenkel der Eidechse entnommene wohl isolirte Muskelfasern zeigen zunächst ein ganz ähnliches Verhalten des endenden Nerven, wie die Froschmuskeln; handelt es sich um dickere Muskelfasern, so finden sich auch fast eben so reich verästelte Nervenbüsche, wie dort. Unschwer wird man irgend einen der Aeste so gelagert finden, dass der Eintritt im Profile zu sehen ist, so dass auch hier kein Zweifel über dieses Verhältniss nach der Beobachtung am lebensfrischen Objecte bleiben kann. Die Platte dagegen wird besser übersehen und erkannt beim Anblicke von der Fläche, in welcher zunächst nur die Kerne auffallen. Zwischen diesen erscheint indess in blassen Zügen ein Bild von überaus prachtvollen Formen, ein zierliches Muster pa–

Fig. 36. Muskelfasern mit Nervenendigungen von Lacerta viridis.

Fig. 36 *a*. Im Profil gesehen. *P P* die Nervenendplatte. *S S* die aus granulirter Masse und Kernen bestehende Sohle der Platte.

Fig. 36 *b*. Dasselbe in der Aufsicht von einer ganz frischen Muskelfaser, deren Nervenende vermuthlich noch erregbar ist. Die Formen der mannigfach verzweigten Platte sind im Holzschnitte nicht durch so zarte und blasse Contouren wiederzugeben, dass sie der Wirklichkeit entsprechen konnten.

Fig. 36 *c*. Dasselbe wie es nach dem Tode des Nervenendes, sowie zwei Stunden nach Vergiftung mit grossen Dosen Curare erscheint.

ralleler Linien, welche bald längere Stränge, bald buchtige Platten umrahmen, die ihrerseits wieder durchlöchert sind. Ist die Muskalfaser tetanisch verkürzt, so erscheint die Platte Jabotartig gefaltet, ihre sanft welligen Ränder sind eckig und geknickt. An der Peripherie finden sich auch schmale schwach keulenförmig endende Fortsätze. Einstellungsversuche am Mikroskope lehren in gleicher Weise von Profilbildern, dass die Platte hart unter der Hügelmembran und dicht über der granulirten Schicht des Hügels liegt, denn erst beim Einstellen auf die Tiefe taucht die Mehrzahl der glänzenden Kerne auf. Einige der letzteren liegen jedoch mit einzelnen Theilen der Platte in gleicher Ebene, wo sie in den Löchern oder zwischen den faltigen Rändern derselben sammt der sie umgebenden granulirten Masse Platz finden. Das geschilderte Bild ist ein ungemein zartes und blasses und nur ein geübtes Auge wird es an ganz frischen noch zuckenden Muskelfasern erkennen. So sieht man es z. B. an den sehr dünnen Hautmuskeln von Coluber natrix, die man ohne Präparation ganz unter das Mikroskop legen kann und welche immer einige Nervenenden an einzelnen der Oberfläche zugewendeten Fasern aufweisen. Da diese Muskeln auf Reizung ihres feinen Nerven zur Zeit der Beobachtung noch in ihrer ganzen Breite zucken, so kann man mit Sicherheit schliessen, dass das blasse und zarte Bild der Endplatten durchaus dem lebenden Zustande nicht allein des Muskels, sondern auch des Nerven, um dessen Endigung es sich handelt, entspricht. Dieses Bild wird nun, falls die Muskelfaser in der Ruhe abstirbt, immer deutlicher und schärfer, indem die Contouren der Platte anfangs ohne eigentliche Abänderungen ihrer Form einfach schärfer werden. Da einzelne ausgeschnittene Fasern indess selten im Zustande physiologischer Ruhe absterben, sondern vor dem Eintritte der Starre in tetanische Verkürzung verfallen und dann in diesem Zustande durch die Coagulation fixirt bleiben, so wird man nur selten auf dieses erste Stadium, welches die beste Anschauung verschafft, stossen. Zweckmässig ist es daher die Muskeln erst im Cadaver absterben zu lassen und sie in jenem Stadium zu untersuchen, wo sie noch nicht bis zur Trübung erstarrt sind. Es scheint, dass übrigens die deutlichere Umrahmung der Platten schon vor dem Muskeltode auftritt, nämlich zur Zeit des Nerventodes, in jenem den Physiologen bekannten Stadium, wo der Nerv den Muskel nicht mehr zu erregen vermag, während dieser selbst aber noch reizbar gefunden wird. Man kann diesen Zustand bekanntlich auch durch Vergiftung mit Curare unter langer Erhaltung der Muskelreizbarkeit erzeugen und bei Anwendung grosser Dosen und hinlänglicher Vergiftungsdauer unter nachweislicher Lähmung der letzten Enden des motorischen Nerven. So vergiftete Muskeln zeigen in der That als optisch nachweisbaren Effect die schärfere Contourirung der Nervenendplatte, die demnach der sichtbare Ausdruck für die eingetretene Lähmung zu sein scheint. Es mag sich dabei um eine minimale Schrumpfung der Platten oder um ein nicht messbares Zurückweichen der granulirten Sohlensubstanz von den Plattenrändern handeln, welches hinreichend ist die Veränderung des Bildes zu erzeugen.

Ist der Muskel ganz erstarrt, seine Reaction sauer geworden, so ändern die Contouren der Platte auch ihre Form, das Nervenendorgan wird immer faltiger und gekerbter, und endlich schnürt es sich zu einzelnen Kugeln, Bläschen oder irgend welchen unregelmässigen oft recht wunderlichen Formen ab. Alle diese Veränderungen können auch durch allmählige Einwirkung sehr verdünnter Säuren schnell herbeigeführt werden, und so, dass kein Unterschied von den gewöhnlichen cadaverösen Erscheinungen bemerkbar wird, wenn man zur Verdünnung der Säuren nicht Wasser, sondern Serum nimmt, um damit die quellende Wirkung zu vermeiden. Hiorin dürfte ein Beweis liegen, dass die späteren cadaverösen Veränderungen der Nervonendplatte von der postmortalen Säuerung des Muskels abhängen.

Was bisher für die Eidechsen- und Schlangenmuskeln angeführt wurde, gilt nun in gleicher Weise für die Muskeln der Warmblüter und auch für die des Menschen. Man wird zwar kaum menschliche Muskeln in so frischem Zustande zerfasert unter das Mikroskop befördern können, dass sie noch von den daran hängenden Nerven zu erregen wären, allein man hat sie doch aus amputirten Gliedern so wohl erhalten betrachten können, dass die Endplatte in ihrem Nervenhügel noch verhältnissmässig wenig verändert, wenigstens nicht bis zur Zerklüftung ihrer Theile abgeschnürt erschien. An den Muskeln der Säuger und Vögel sieht man die Platten sofort, nur soll man sich vor dem zu raschen Eintritte der Starre hüten, was leicht gelingt durch Abkühlen der Präparate auf 0° und Untersuchung in Serum derselben Temperatur auf abgekühlten Gläsern. Mit der Starre, welche hier fast immer den tetanischen Zustand überfällt, hört das Object auf brauchbar zu sein, besonders weil die darunter liegende Muskelfaser sich zu sehr trübt. Da die Enden der Muskelnerven bei diesen Thieren fast momentan mit dem Aufhören der Bluteirculation gelähmt werden, so darf es nicht auffallen, dass die Platte auch in den frischesten Präparaten der Warmblüter sehr scharf umrandet gefunden wird.

Ueber die Dicke der Platte und ihre Beziehungen zu den angrenzenden Theilen muss man sich durch methodische Beobachtungen Aufklärung zu schaffen suchen. An kleinen Nervenhügeln schmaler Muskelfasern erscheint sie im Profilbilde als eine dünne, nach oben etwas conisch aufgebauchte und so in den markhaltigen Nerven hineinragende Leiste mit welligem gegen die Sohlensubstanz gekehrtem unteren Rande, und hier gewöhnlich in ihrer ganzen Ausdehnung auf dieser Masse ruhend, also von der contractilen Substanz durch eine Schicht, die an Dicke ihr selbst fast gleichkommt, getrennt. In vollkommen gelungenen Querschnitten gefrorener Eidechsenmuskeln sieht man sie dagegen in Gestalt unregelmässiger bohnenförmiger Figuren, die stellenweis allem Anschein nach direct an die Fleischprismen stossen. Solche Präparate heben besonders jeden Zweifel über das relative Lagenverhältniss der contractilen Substanz, der granulirten Substanz des Nervenhügels, der Platte und des Sarkolemms, die unzweideutig in dieser Reihenfolge übereinander liegen. Auch über die Dicke der Platte geben die Querschnitte gefrorener Muskeln mit

ihren Nervenhügeln einigen Aufschluss, sie zeigen, dass dieselbe im Ganzen nicht unerheblich ist, in den mittleren Theilen nahezu so gross, wie der kurze Duchmesser eines Kernes ihrer Sohle, an den Rändern und den gelappten Ausläufern jedoch weit geringer, so dass man diese Quersehnittsantheile bereits für Körner der Sohle nehmen könnte, wenn ihr helles Aussehen nicht dawider spräche.

Mit Osmiumsäure versetzte Präparate zeigen den Nerven bis zum Gipfel des Nervenhügels blauschwarz, wie mit Tinte gefärbt, die contractile Substanz die Platte und deren Sohle hellgelb, Fettkörnchen im Muskel braun tingirt, Reactionen, welche beweisen, dass die ganze intramuskuläre Nervenendigung der charakteristischen Bestandtheile des Nervenmarkes entbehrt.

Die Nervenendplatte kann auch isolirt zur Anschauung gebracht werden, freilich nicht ausserhalb des Muskels, aber doch ohne andere Umgebung und Unterlage als die eines klaren Muskelserums. Vereinzelte Muskelfasern der Eidechse in Serum unter dem Deckglas eingekittet zeigen häufig auf der Höhe der Todtenstarre derartige Zusammenziehungen des Muskelgerinnsels, dass grössere Ballen desselben in aufgebauchten Stellen des Sarkolemms zwischen anderen schmäleren und nur von Muskelserum erfüllten Strecken des Rohres auftreten. Finden sich die letzteren leeren Stellen am Orte des Nerveneintritts, so hängt die Platte frei im Lumen des Sarkolemm's, und es ist bemerkenswerth, dass ihr alsdann die aus Protoplasma und Kernen bestehende Substanz der Sohle des Nervenhügels noch anhaftet. Weitere Untersuchungen scheinen daher nothwendig, um über den Zusammenhang der beiden Inhaltsbestandtheile des Nervenhügels Aufschluss zu erlangen.

Wie aus dem bisher Mitgetheilten erhellt, sind die Bilder der motorischen Nervenendigung so verschieden, dass es schwer gelingen dürfte schon heute ein der Wirklichkeit im Wesentlichen entsprechendes Schema zu construiren, das für alle Thiere den Endapparat nach seiner physiologischen und morphologischen Bedeutung wiedergiebt. Nach Doyère soll der blasse durchsichtige und nicht körnige Nerv von Milnesium tardigradum sich an der Peripherie in einen feinkörnigen Hügel umwandeln und hiermit die gleichfalls blasse, ungetrübte, nicht quergestreifte Muskelfaser umgreifen, auch eine Strecke weit ihre Kante begleiten können. Diese Angaben sind durch eine neue sorgfältige Untersuchung des Bärthierchens von Greeff vollkommen bestätigt worden. Derselbe fand ganz das aus Doyère's Tafeln so lange bekannte Bild wieder, entdeckte aber ausserdem in den kleinen Nervenhügeln fast immer einen

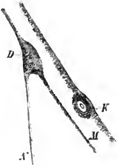


Fig. 37.

Fig. 37. Nervenende von Milnesium tardigradum nach Greeff. *M* Muskelfaser. *K* Muskelkern. *D* Doyère'scher Hügel. *N* Nerv.

kleinen sphärischen Kern und sehr vereinzelt auch etwas grössere, sehr spärlich von punktirtem Protoplasma umgebene Kerne, welche dem Muskel angehören und welche meist weit von den Nervenenden entfernt liegen. Auch Greeff vermochte weder an dem Nerven noch am Muskel etwas der Schwann'schen Scheide oder dem Sarkolemm Entsprechendes aufzufinden.

Was einzelne Beobachter über die Endigung an nicht gestreiften Muskeln der niedersten Thiere oder an den glatten Muskeln der Wirbelthiere beobachteten, ist schon am geeigneten Orte erwähnt worden. Ueber die Endigung an den bis heute für ungestreift gehaltenen Muskeln von Helix pomatia und Bowerbankia berichtet Trinchese. Nach ihm tritt in die grossen Muskelfaserzellen der Fussmuskulatur von Helix pomatia etwa in der Mitte ein feines Nervenfäserchen ein, theilt sich gleich innerhalb derselben in zwei Aeste, die als lange, gegen das Ende meist korkzieherartig gewundene Fäden, bis zu beiden spitzen Enden der Muskelfaser reichen. Im Centrum unter der Theilungsstelle findet sich eine ellipsoidische Anhäufung feinkörniger Substanz. Bei Bowerbankia, deren Muskeln Trinchese gleichfalls als glatte Bänder beschreibt, sah er jedoch nur einen schwach conischen Ansatz der etwas breiteren Nervenfaser, in dem Conus und an der den Muskel berührenden Basis derselben fand sich nur die körnige Materie mit einem sphärischen Kerne nebst Kernkörperchen.

Es fragt sich nun, was das Wesentliche an der motorischen Nervenendigung sei. Der Verfasser zweifelt nicht, dass dasselbe in den Arthropodenmuskeln bisher am wenigsten bekannt sei. Rouget giebt zwar an, dass es ihm gelungen, als Fortsetzung des Axencylinders ein System verzweigter Fäden im Nervenhügel zu erkennen und es dürfte an der Existenz dieses Systemes wohl kaum zu zweifeln sein, allein die weitere Angabe Rouget's, der diesem Theile allein nervöse Bedeutung zuschreibt, wie es vor ihm bereits für die Endplatten in Deutschland geschehen war, dass jenes verzweigte Fasersystem unter der kernführenden Plattensohle liege, scheint dem Verfasser durchaus der Bestätigung zu bedürfen. Engelmann, der ebenfalls Arthropodenmuskeln untersuchte, bildete im Gipfel ihrer Nervenhügel eine nicht körnige, glashelle, fast blasige Masse ab, welche viel eher das Analogon der bei den Reptilien und den Säugern gefundenen Nervenendplatte zu sein scheint und wie diese zum grossen Theile gegen die contractile Substanz hin von der granulirten Sohle umgrenzt wird. Sollte diese Vermuthung sich bestätigen, dass auch bei den Arthropoden eine nicht körnige Platte oder nur ein dem intramuskulären Axencylindersystem der Amphibien ähnliches Gebilde, und darauf scheinen Rouget's Angaben wohl zu deuten, über der granulirten kernhaltigen Sohle vorkommt, so wäre die erwünschte Einigung erzielt, es gäbe dann zunächst eine Art der Nervenendigung, die mit motorischen Endplatten in Nervenhügeln, rubend auf einem kernhaltigen Protoplasmapolster oder einer Sohle, und eine zweite Art, wie bei den Amphibien, denen die Sohle fehlt, und

mit sehr gestreckter, faserartig verzweigter Platte. Allein die Amphibien besitzen die Endknospen, von denen nur Cohnheim ein Analogon an den Platten der Eidechse gefunden zu haben angiebt, nämlich kleine granulirte hier mehr kugelförmige Besatzkörperchen, hinsichtlich welcher die Untersuchungen von Neuem aufzunehmen sein dürften. Greeff hat zuerst die Ansicht ausgesprochen, dass die Endigung bei Milnesium einer sich an die Muskelfaser anschmiegenden, flach ausgezogenen Ganglienzelle vergleichbar sei. Dies auf die höheren Thiere übertragen, würde für diese bedeuten, dass ihre Nerven mit einem Haufen von Ganglienzellen, entsprechend der vorhandenen Anzahl von Kernen, oder in eine vielkernige Ganglienzelle, auch vielleicht in verschmolzene Ganglienzellen, d. i. in eine gangliöse Endplatte vordringen. Wir kommen mit solchen Annahmen indess nicht wesentlich weiter, denn selbst wenn sie richtig sind, wird man für diese terminalen Ganglienzellen ebenso versuchen müssen die feinere Structur aufzudecken, wie für die centralen und andere, und wenn wir von diesen auch bereits manches wissen, wie z. B. dass sie theilweise fibrilläre Structur besitzen, so wissen wir doch vor der Hand von den in den Muskeln endenden Nerven mehr: wir kennen die Platte mit ihren seltsamen vom darunterliegenden Protoplasma scharf abstechenden Formen. Man darf die Hoffnung nicht aufgeben ihrem Analogon überall in allen Nervenhügeln zu begegnen, ja selbst in dem winzigen Nervenhügel von Milnesium dürften verbesserte Methoden und Instrumente dasselbe, wie überhaupt noch feinere Structuren entdecken lassen, als wir heute ahnen mögen.

So lange man den granulirten Inhalt des Nervenhügels für die eigentliche Fortsetzung des Axencylinders nahm, wie es heute noch Rouget für die Säuger und Reptilien thut, ohne den Widerspruch zu bemerken, wenn er sich für die Arthropoden entschieden und ausdrücklich dagegen erklärt und auf das lebhafteste betont, dass nur das von ihm angegebene Fasersystem nervös, Alles übrige, d. h. die granulirte Masse und die Kerne nur accessorisch seien, so lange konnte allerdings die Meinung entstehen, dass der Nerv continuirlich in die contractile Substanz übergehe. Allein diese Annahme wurde schon morphologisch widerlegt durch die Beschaffenheit der Nervenendigung beim Frosche, denn wenn es irgend ein leicht zu constatirendes Factum auf diesem Gebiete giebt, so ist es das stets und immer scharfe und deutliche Ende der intramuskulären Axencylinder der Amphibien. Physiologisch ist die Annahme ebenfalls und seit lange widerlegt, denn nachweislich wirkt der Muskel gar nicht auf die Nervenfaser: die Leitung der Erregung geht wohl vom Nerven zum Muskel, aber niemals umgekehrt und für dieses Verhalten liefert die Nervenendigung, wie wir sie jetzt kennen, das sichtbare Bild. Immerhin mag eine feinere Ausstrahlung der Platte zwischen die Körnchen ihrer Sohle stattfinden, als wir uns heute anzunehmen getrauen, und es spricht ja Manches dafür, wie z. B. das innige Haften beider Theile aneinander, auch wenn der Hügelinhalt am Muskel keine Stütze mehr findet. Dass alsdann die Sohlensubstanz einen continuirlichen Uebergang zur contractilen vermittele, ist und

bleibt von der Hand zu weisen, da es Muskeln giebt, welche dieser Einrichtung gänzlich entbehren, nämlich die der Amphibien.

Bei dem heutigen Stande der Angelegenheit dürften sich unsere Erfahrungen zusammenfassen lassen wie folgt:

In allen quergestreiften Muskeln endet der Nerv unter dem Sarkolemm unter Verschmelzung der Schwann'schen Scheide mit dem Letzteren. Die Markscheide begleitet den Axencylinder bis zu dieser Stelle. Das Ende des Axencylinders entspricht immer einer Ausbreitung mit bedeutend vermehrter Oberfläche, welche stets durch eine flach ausgebreitete Verzweigung gebildet wird. Diese Nervenendplatte ist bald mehr membranartig, bald einem Fasersysteme vergleichbar. In den meisten Fällen ruht die Platte auf einer Sohle von Kernen und feinkörnigem Protoplasma, in andern Fällen fehlt dieser Rest und die Nervenplatten besitzen dann sogenannte Nervenendknospen. Niemals dringt die Nervenendigung in's Innere des contractilen Cylinders ein und nie umfasst sie seine ganze Peripherie. Kurze Muskelfasern pflegen nur eine Nervenendigung zu erhalten, lange Fasern mehrere.

Als hypothetisch mag hinzugefügt werden, dass die Plattensohle Reste eines für die Entwicklung des Muskelgewebes und des Nervengewebes wichtigen Bildungsmaterials darstellt, und dass den Nervenendknospen vielleicht hinsichtlich des Nervengewebes die gleiche Bedeutung zukommt.

Geschichte und Literatur. In dem Vorstehenden wurde der Gang der Darstellung im Allgemeinen so gehalten, dass er zugleich die geschichtliche Entwicklung unserer Kenntnisse über die Nervenenden in den Muskeln wiedergab. Diejenigen Forscher, welche etwas wesentlich Neues über den Gegenstand zu Tage gefördert, sind daher bereits genannt, allein es bleibt hier, nachdem die Frage fast während eines Decenniums zu lebhaften Controversen Anlass gegeben, noch Einiges nachzutragen.

Auf wenigen Gebieten der Histologie hat sich methodische, stets von der Hypothese zu beginnende Arbeit fruchtbarer erwiesen, als in der Frage nach dem Zusammenhange von Nerv und Muskelfaser. Die neuere Zeit hat unzweideutig die Morphologie den Werth dieses Verfahrens, das allen übrigen Wissenschaften bereits zu bewusstem Eigenthum geworden, auch im eigenen Hause gelehrt, und das hier behandelte Beispiel wird vielleicht mit dazu dienen können, auf die Vortheile aufmerksam zu machen, die die Histologie, die ebenso weit nach der Morphologie wie nach der Physiologie übergreift, von beiden Gebieten entlehnten Hypothesen zu erwarten hat.

Wir lassen hier die älteren Arbeiten, so weit sie sich noch auf dem unfruchtbaren Gebiete der Nervenschlingen bewegen, unerörtert.

In demselben Jahre, als Savi[2] seine wichtige Beobachtung der Theilung von Nervenprimitivfasern im electrischen Organe des Zitterrochens in einer wissenschaftlichen Versammlung zu Florenz mittheilte, entdeckte Doyère[1] die Endigung des motorischen Nerven bei Milnesium tardigradum. Gelegentlich äusserte Remak[3] dann, dass ihm beim Säugethiere die Nerven mit feinen die Muskelfasern umspinnenden Netzen blasser Fasern auf der äusseren Fläche des Sarkolemms zu enden schienen. Quatrefages[4] bestätigte die Doyère'sche Entdeckung für Eolidina. 1844 fanden E. Brücke und Joh. Müller[5] die Theilung der Nervenprimitivfasern zuerst in den Muskeln (vom Auge des Hechtes), R. Wagner[6] das gleiche Factum in M. hyo-

glossus des Frosches. Hierauf bestätigte Kölliker[7] wieder die Doyère'sche Endigungsform der Nerven für eine Chironomuslarve, Reichert[8] die Theilungen am Brusthautmuskel des Frosches, wo er durch Zählungen fand, dass wenige Nervenfasern mehr Theilungsäste liefern, als die Zahl der zu versorgenden Muskelfasern beträgt. Wiederum wurde dann Doyère's Endigung bestätigt von Meissner[9] für Mermis und Ascaris, von Wedl[10], Walther[11] und Munk[12] für mehrere Nematoden. Aehnlich wie Remak äusserte sich später Schaafhausen[13], der die ganzen Muskelfasern umspinnende Netze von feinen durch Carmin zu färbenden Fasern gesehen zu haben glaubte. Zu dieser Zeit wurde jedoch zuerst die oben geschilderte Endigungsweise in den Muskeln der Insekten aufgefunden[14, 15] und da hier die Endigung an sarkolemmführenden Muskeln unter der Membran erwiesen worden, blieb die von Schaafhausen vertretene Ansicht auch für die ähnlich gebauten Wirbelthiermuskeln vorerst unwahrscheinlich. Gleichwohl fand dieselbe an Beale[16, 17] einen energischen Vertreter, der für den Frosch namentlich zu dem Schlusse kam, dass die Nerven in verhältnissmässig breite, kerntragende Fasern ausliefen. Da die Methode der Isolirung von ihm nicht befolgt wurde und er seine Präparate stark mit Carmin färbte, so konnten Beale indess Verwechselungen in dem Gewirre der den Muskel durchziehenden accessorischen Gewebe getäuscht haben. Untersuchungen an isolirten Muskelfasern des Frosches [18, 20] führten jetzt zur Auffindung der intramuscularen Axencylinder und deren Endknospen. Das für ein Wirbelthier hier zum ersten Male erwiesene Durchtreten der Nerven durch das Sarkolemm wurde dann zuerst bestätigt von Margo[19], der den Axencylinder jedoch in ein die contractile Substanz überall und namentlich in allen Tiefen durchziehendes System von Kern- und Kornfasern enden liess. Margo's Angaben, die er weiterhin auch auf die Arthropoden ausdehnte[27], haben nirgends Anklang gefunden, dieselben beruhten offenbar auf Täuschungen, erzeugt durch die bekannten reihenweis geordneten interstitiellen Körnchenreihen, welche in so vielen Muskeln vorkommen. Inzwischen schloss sich Kölliker[21] wieder der Beale'schen Auffassung an, mit dem Zusatze jedoch, dass der Nerv öfter wirklich freie Enden zeige, nicht wie Beale meinte, in völlig geschlossene Netze ausmünde. In dieser Meinung schloss Kölliker, der übrigens offenbar zuerst den intramusculären Axencylinder des Frosches wiedergesehen hatte, [25, 26], dass die Endknospen desselben Kerne der Schwann'schen Scheide seien. Krause[24] und Rouget[29] traten ihm in allen Punkten bei. Während Beale für alle Thierklassen bei seiner ersten Meinung verblieb[28], trat nun Rouget mit seiner Entdeckung des Nervenhügels bei den Reptilien und den Warmblütern hervor[29], welche im Wesentlichen bestätigt wurde von Krause[31], Engelmann[34, 38] und dem Verfasser[39, 40], von Letzterem mit besonderem Nachdrucke, weil Krause dem Nervenhügel eine ganz andere Deutung gegeben hatte, denselben ausserhalb des Sarkolemms verlegte, die Kerne als sämmtlich in der Membran gelagert beschrieb und das ganze Gebilde mehr als ein den Nervenkolben analoges, rings von der Nervenscheide sackartig umschlossenes Organ darstellte. Der Widerspruch, den Krause in dieser Hinsicht auch gegen die Beschreibungen von Rouget, Waldeyer[35], Letzerich[37] und Engelmann aufrecht erhielt[36], wurzelte in der Anwendung unsicherer Methoden, namentlich in dem Versuche, eine scharfe trennende und für das Sarkolemm zu haltende Linie zwischen der contractilen Substanz und der Sohle der Platte zu erzeugen, was ihm gelang durch Coagulation des Muskels in Kalibichromat oder durch Anlegung von Querschnitten an getrockneten Muskeln. Die so erzeugten Linien liegen indess nachweislich unter dem Sarkolemm. Es ist denkbar, dass jedoch Krause und vielleicht auch Letzerich, wenn Verfasser diesen Autor recht verstanden, im Nervenhügel die ersten Andeutungen der Nervenplatte wahrgenommen haben,

was Krause als blasse kolbig endende Terminalfaser beschrieben, kann ein Stück oder ein optischer Längsschnitt der Platte gewesen sein, was Letzerich im Aussehen zerflossenem Wachse vergleicht, die Platte selbst. Bei der ersten Untersuchung der Reptilienmuskeln in Deutschland wurde jetzt im Nervenhügel die Nervenplatte als das nächste und eigentliche Endorgan des Axencylinders erkannt [17] und zugleich festgestellt, dass die bisher dafür genommene granulirte und kernhaltige Masse nur die Sohle der Platte sei. Was Rouget, Engelmann, Waldeyer und Krause als Nervenplatte bezeichneten, behielt zweckmässiger den Namen Nervenhügel (Doyère's Cône), um den sonst sehr passenden Terminus Endplatte für die eigentliche, auch der Gestalt nach durchaus den Namen verdienende Nervenendigung damit zu erhalten. Die Platte als wesentlicher Inhaltsbestandtheil des Nervenhügels wurde bald auch an den Muskeln der Warmblüter und des Menschen gefunden [18]. Für den Frosch waren inzwischen Rouget [53] und Krause [41] nach dem Vorgange Waldeyer's, der auch hier einen Nervenhügel gesehen zu haben glaubte, anderer Ansicht geworden, Krause beschrieb an den Froschmuskeln äusserst winzige, nach seiner Meinung ebenfalls aussen auf dem Sarkolemm liegende Nervenhügel, zu welchen sich lange blasse und schmale Nervenfasern begeben sollten, während Rouget den Nerven einfach stumpf am Sarkolemm enden liess unter Verschmelzung der Schwann'schen Scheide mit dem Letzteren. Weder ein Nervenhügel noch irgend welche Fortsetzung des Axencylinders sollte nach Rouget im Froschmuskel vorhanden sein. Augenscheinlich war beiden Forschern die eigentliche intramusculäre Endigung wiederum entgangen, Krause hatte an Präparaten, deren Nerven stark gedehnt und deshalb sehr verschmälert worden, die kleine dabei trichterförmig gewordene Ansatzstelle mit dem letzten Kerne der Schwann'schen Scheide für den Hügel genommen, Rouget offenbar die ganze Ausbreitung des nicht mehr markhaltigen Nerven übersehen, nachdem er sich an die so unendlich viel schärferen Bilder der Eidechsenmuskeln gewöhnt hatte. Indess war es schon früher Engelmann [38] gelungen, die lang gedehnte Ausbreitung des intramuscularen Axencylinders beim Frosche zu bestätigen, mit der Modification jedoch, dass den Endknospen die feinere Structur abgesprochen wurde, und dass eine körnige Sohlensubstanz auch hier unter dem Axencylinder vorkomme, welche einen continuirlichen Uebergang der nervösen zur contractilen Substanz vermittle. Die Gründe gegen die letztere Annahme, welche Engelmann für die Muskeln aller Thiere aufstellte, sind oben bereits erörtert; hier sei deshalb nur hinzugefügt, dass seine Beschreibung der körnigen Masse beim Frosche entschieden irrthümlich ist. Die eingehendste Bestätigung der im Texte gelieferten Beschreibung der Nervenendigung beim Frosche erfolgte mittelst der Silbermethode durch Cohnheim [16, 60], ebenso die der Nervenendplatte im Doyère'schen Hügel, die in der That in mit Silber geschwärzten Muskeln als ein herrliches, weisses Muster auftritt. Derselbe Autor zeigte auch, dass die von Krause [55] mittelst ziemlich concentrirter Salzsäure bewirkte Isolirung von Nerven mit daranhaftenden Resten des Nervenhügels nicht als ein Beweis der Lage des Hügels aussen auf dem Sarkolemm anzusehen sei, da die Säure unter den von Krause eingehaltenen Bedingungen, nämlich der Concentration und der Zeit der Einwirkung, das Sarkolemm auflöst, den Muskel folglich entblösst und damit den Zusammenhang von Nerv und Muskelfaser aufhebt. Die Existenz der Endplatte wurde von Rouget [56] und auch von Krause späterhin energisch bestritten, das ganze Bild derselben für ein freilich bisher nicht beachtetes cadaveröses Gerinnungsphänomen ausgegeben, dem gegenüber Rouget von Neuem betonte, die wahre Endigung des Axencylinders im Nervenhügel bestehe in seiner Umwandlung zur granulirten mit Kernen durchsetzten Masse. Bald jedoch zog Rouget diese Ansicht für die Arthropodenmuskeln, besonders für die der Crustaceen zurück, indem er

hier offenbar ein Analogon der Platte, oder mindestens der mehr aus Fasern bestehenden Endigungsweise beim Frosche auffand. Es mag neuen Untersuchungen vorbehalten bleiben, zu entscheiden, ob Rouget's Angaben, dass dieses Fasersystem, aller Analogie bei den Wirbelthieren entgegen, die granulirte Plattensohle durchdringe und direkt an die contractile Substanz grenze, richtig sind. Engelmann's Beobachtungen [67] bestätigen wenigstens das Letztere ausdrücklich.

Allem Anschein nach bahnt sich jetzt eine Verständigung in der so wichtigen Frage von der motorischen Nervenendigung an, indem nämlich die Ansichten Remak's, Beale's und Kölliker's allgemein verlassen sind, und indem Rouget für die Crustaceen wenigstens eine nicht bandartige und körnige Endigungsweise des Axencylinders zugiebt. Aus der allerneuesten kurzen Publication von Krause [64] geht endlich hervor, dass auch dieser Autor für die Amphibienmuskeln seine beiden älteren Angaben aufgegeben und nun wirklich das Fasersystem der intramusculären Axencylinder gesehen hat, ebenso mittelst der Färbungsmethode durch Goldlösungen das überaus prächtige Bild der Platte in den Eidechsenmuskeln. Etwaige Beziehungen der unteren Plattenfläche zu ihrer granulirten Sohle zu entwirren mag von nun an als die nächste Aufgabe bezeichnet werden. Ueber die Angaben Trinchese's [63], welche die Nervenhügel von Torpedo betreffen, steht dem Verfasser ein Urtheil noch nicht zu. Hiernach führen die Nerven dieser Fische an ihrem Ende doppelte Scheiden, von denen nur das Perineurium in's Sarkolemm übergehen soll, während die kernhaltige Schwann'sche Scheide mit dem Axencylinder in den Hügel eindringt und den sich zu flachen Netzwerken auflösenden Axencylinder überall hin locker umkleidet. An dem so umgestalteten Axencylinder erkennt Trinchese besondere gangliöse Anschwellungen, an seinen das Netzwerk überragenden Enden wahre terminale Ganglienzellen mit Kern und Kernkörperchen; andere im Hügel noch vorkommende Kerne weist er der mit in den Muskel gelangten Schwann'schen Scheide zu. Trinchese's Abbildungen, obwohl sämmtlich nach durch verdünnte HCl stark veränderten und unzweifelhaft ihrer besten Qualitäten beraubten Präparaten entworfen, zeigen, welch schönes Material ihrem Autor zufiel, und machen es ungemein wahrscheinlich, dass demselben vielleicht die herrlichsten motorischen Endplatten, die es überhaupt giebt, in der nur an physiologisch frischen Präparaten wahrnehmbaren Zartheit und Pracht der Formen entgangen sind.

Literaturverzeichniss.

1) Doyère, Mémoire sur les Tardigrades. Ann. des sciences nat. 2de Série. 1840. Pl. 17, Fig. 1—4.
2) Savi, Études anat. sur le syst. nerv. et sur l'org. électr. de la torpille. 1844.
3) Remak, Arch. f. Anat. u. Physiol. S. 189. 1843.
4) Quatrefages, Ann. d. Sc. nat. 2de Série. 1848. T. XIX, p. 299, Pl. II, Fig. 12.
5) E. Brücke u. Joh. Müller, Joh. Müller, Handbuch der Physiologie. 4. Aufl. 1844. Bd. I. S. 524.
6) R. Wagner, Handwörterbuch der Physiol. Bd. III. S. 388.
7) Kölliker, Mikroskop. Anat. Bd. II. 1. Hälfte, S. 238.
8) Reichert, Arch. f. Anat. u. Physiol. S. 29, 1851.
9) Meissner, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. V. 1854, S. 284 u. Bd. VII. 1856. S. 26.
10) Wedl, Wiener Sitzungsberichte, Bd. VIII. S. 298.
11) Walther, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. VIII. S. 163.
12) Munk, Göttinger Nachrichten. 1858. Nr. 1, S. 11.
13) Schaafhausen, Amtl. Ber. d. Naturforscher-Vers. zu Bonn, S. 193. 1859.
14) W. Kühne, Monatsschr. d. Berl. Akad. S. 395. 493 1859.
15) W. Kühne, Arch. f. Anat. u. Physiol. S. 564. 1859, auch Myolog. Untersuch. 1860.
16) Beale, Proc. of the Royal Society, London Vol. X. S. 519. 1860.
17) Beale, Philos. Transact. p. 611—619. Pt. XXIII. rec. 19 Jun. 1860.
18) W. Kühne, Compt. rend. S. 316, 18 Fév. 1861.

19) Margo, Sitzung d. Ungar. Akad. d. Wiss. 14. Oct. 1861.
20) W. Kühne, Ueber die periph. Endorgane der mot. Nerven. Leipzig 1862.
21) Kölliker, Würzb. naturwiss. Zeitschr. Bd. III. S. 1, S. u. 22. März 1862.
22) W. Kühne, Virchow's Arch. Bd. 24, S. 462. 1862.
23) Naunyn, Arch. f. Anat. u. Physiol. S. 481. 1862.
24) Krause, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XV. S. 189. 1862.
25) Kölliker, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XII. S. 149.
26) Kölliker, Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XII. S. 263.
27) Margo, Ueber die Endigung der Nerven in der quergestr. Muskelsubst. Pest 1862.
28) Beale, Arch. of Med. Vol. III. p. 257. 1862.
29) Rouget, Note sur la terminaison des nerfs moteurs dans les muscles chez les reptiles, les oiseaux et les mammifères. Compt. rend. T. LV. p. 548—551. Séance 29 Sept. 1862.
30) Beale, Philos. Trans. June 19, 1862.
31) Krause, Göttinger Nachr. Nr. 2 u. 3. 1863.
32) Beale, Proc. of the roy. Soc. June 1863.
33) Beale, Quart. Journ. of microsc. Sc. S. 97. 1863.
34) Engelmann, Centralbl. f. d. med. Wiss. Nr. 19. 1863.
35) Waldeyer, Centralbl. f. d. med. Wiss. Nr. 24. 1863.
36) Krause, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. XVIII. S. 136. 1863.
37) Letzerich, Med. Centralzeit. Nr. 37. 1863.
38) Engelmann, Unters. üb. d. Zusammenh. v. Nerven- u. Muskelfasern. Leipzig 1863.
39) W. Kühne, Virchow's Arch. Bd. 27, S. 508. 1863.
40) W. Kühne, Virchow's Arch. Bd. 28, S. 528.
41) Krause, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 20, S. 1. 1863.
42) Krause, Göttinger Nachr. Nr. 18. 1863.
43) Rouget, Journ. de la Physiol. Nr. 20, S. 574.
44) Beale, Quart. Journ. of Microsc. Sc. S. 302. 1863.
45) Waldeyer, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 20, S. 242.
46) Cohnheim, Centralbl. f. d. med. Wiss. Nr. 55. 1863.
47) W. Kühne, Virchow's Arch. Bd. 29, S. 207.
48) W. Kühne, Virchow's Arch. Bd. 29, S. 433.
49) Krause, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 21, S. 77.
50) W. Kühne, Centralbl. f. d. med. Wiss. Nr. 24. 1864.
51) W. Kühne, Virch. Arch. Bd. 30, S. 187. 1864.
52) Beale, Arch. of Med. Vol. IV. p. 161. 1864.
53) Beale, Transact. of the Microsc. Sc. October 1864.
54) Schönn, Anat. Unters. im Bereiche d. Muskel- u. Nervengewebes. Stettin.
55) Engelmann, Jenaische Zeitschr. f. Med. etc. I. 3, S. 322. 1864.
56) Rouget, Compt. rend. LIX. p. 809.
57) Rouget, Compt. rend. LIX. p. 851.
58) Krause, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. 23, S. 157.
59) Schönn, Jenai'sche Zeitschr. II. S. 26.
60) Cohnheim, Virch. Arch. Bd. 34, S. 194.
61) W. Kühne, Compt. rend. 1864.
62) W. Kühne, Virch. Arch. Bd. 34, S. 412.
63) Greeff, Archiv f. mikrosk. Anat. von M. Schultze, Bd. I. S. 101.
64) Beale, Croonian lecture for 1865.
65) Moxon, Quart. Journ. of Microsc. Sc. Oct. 1866. p. 235.
66) Trinchese, Journ. de l'Anat. et de la Physiol. 1867. p. 485.
67) Engelmann, Jenai'sche Zeitschr. Bd. IV. S. 307.
68) Krause, Arch. f. Anat. u. Physiol. Heft V. S. 646. 1868.

Capitel VI.

Muskelfasern im polarisirten Lichte.

Von

E. Brücke.

Wenn man quergestreifte Muskelfasern unter dem Polarisationsmikroskope ansieht, so beobachtet man an ihnen merkwürdige und lehrreiche Erscheinungen. Macht man das Sehfeld dunkel indem man die Nicol'schen Prismen mit ihren Polarisationsebenen unterm rechten Winkel kreuzt, so verschwinden nur die Fasern, welche parallel der Polarisationsebene des einen oder des anderen Prismas liegen; alle diejenigen, welche mit derselben Winkel zwischen 0 und 90° machen, bleiben mit grauer Farbe auf dem schwarzen Grunde sichtbar, am hellsten diejenigen, welche mit den Polarisationsebenen der beiden Prismen Winkel von je 45° machen. Da, wo Muskelfasern unter sich parallel in mehrfacher Schicht übereinander liegen, wird die Farbe weisslich und geht dann in Gelb über. Sie ändert sich mit zunehmender Dicke der Schicht in dem Sinne, in welchem sich die Farben an dem im auffallenden Lichte betrachteten Newton'schen Farbenglase vom Centrum gegen die Peripherie hin ändert. Dreht man eines der Nicol'schen Prismen um 90°, so dass nun das Sehfeld hell wird und sein Maximum von Helligkeit erreicht, so gehen die Farben in die ihnen complementären über.

Diese Erscheinungen, so wie andere demnächst zu beschreibende, zeigen sich noch in gleicher Weise, wenn die Muskelfasern mit einer stärker lichtbrechenden Flüssigkeit, Glycerin, Terpentinöl, Dammarfirniss, infiltrirt und ganz in dieselbe eingeschlossen sind. Sie finden ihre Erklärung lediglich in der Annahme, dass die Muskelsubstanz doppeltbrechend sei, dass sich in ihr zwei Lichtwellensysteme nach verschiedenen Gesetzen fortpflanzen und mit einander interferiren.

Diese Erklärung gab schon im Jahre 1839 Prof. C. Boeck[1] in Christia-

---

1) Verh. der skandinavischen Naturforscher in Götheborg 1839 und in Copenhagen 1840. — Bericht über die Leistungen in der skandinavischen Literatur im Gebiete der Anatomie und Physiologie in den Jahren 1840—1843 v. Ad. Hannover in J. Müller's Archiv für Anatomie, Physiologie. Jahrg. 1844.

nia, als er der erste das Polarisationsmikroskop zur Untersuchung thierischer und pflanzlicher Gewebe anwendete, und es ist seitdem nicht gelungen, den beobachteten Thatsachen eine andere irgend wie annehmbare Deutung zu geben.

Die nächste Frage, welche wir uns jetzt stellen, ist die, ob die ganze Substanz der Muskelfasern gleichmässig doppeltbrechend sei, oder ob man an ihnen doppeltbrechende von isotropen Theilen unterscheiden könne. Beobachtet man mit hinreichend starker Vergrösserung und an Thieren, welche grosse sarcous elements haben, am besten an unserm grossen Wasserkäfer, Hydrophilus piceus; so wird man bald bemerken, dass nur die sarcous elements doppeltbrechend sind: die Zwischensubstanz, welche sie von einander trennt, ist isotrop, sie bleibt im dunkeln Sehfelde der gekreuzten Nicol'schen Prismen unter allen Umständen dunkel, gleichviel in welchem Azimuth die Muskelfaser, der sie angehört, gelagert ist: sie ist in den Muskelfasern, welche mit den Polarisationsebenen der Prismen Winkel von 45° bilden, so dunkel, wie in denen, welche mit diesen Ebenen Winkel von 0° und von 90° machen.

Noch deutlicher tritt dies hervor, wenn man einen Hydrophilus piceus in starkem Weingeiste absterben lässt, und nachdem er einige Tage darin gelegen hat, die Muskelfasern eines seiner Schenkel mit Terpentinöl und endlich mit Dammarfirniss tränkt und darin einschliesst. Wegen des hohen Brechungsindex des Firnisses erscheinen dann die Muskelfasern im gemeinen Lichte sehr blass und durchsichtig, alle stärkeren Schatten sind daraus verschwunden; aber eben deshalb treten unter dem Polarisationsmikroskope alle durch die Doppeltbrechung veranlassten Erscheinungen um so reiner hervor.

In welcher Weise aber sind die sarcous elements doppeltbrechend? Sind sie positiv oder sind sie negativ? Sind sie einaxig oder sind sie zweiaxig?

Wenn wir aus einem in Weingeist erhärteten Muskel einen Querschnitt herstellen und diesen mit Dammarfirniss durchtränkt unter dem Polarisationsmikroskope betrachten, so finden wir, indem wir ihn um die Axe des Instruments drehen, dass ein Theil der durchschnittenen Muskelfasern im dunkeln Sehfelde der gekreuzten Nicol'schen Prismen immer dunkel bleibt, während die übrigen in den wirksamen Azimuthen, das heisst in solchen, in denen sie mit den Polarisationsebenen der Prismen Winkel zwischen 0 und 90° machen, hell werden. Es zeigt sich bald, dass diejenigen, welche immer dunkel bleiben, solche sind, welche der Axe des Instruments genau parallel liegen, während dies bei den übrigen nicht der Fall ist. Es liegt also eine optische Axe genau in der Längsrichtung der Muskelfasern. Da sie mit der Längsdimension der gerade Prismen darstellenden sarcous elements zusammenfällt, und da wir nicht im Stande sind eine zweite optische Axe oder irgend ein Anzeichen ihrer Existenz aufzufinden; so müssen wir die sarcous elements für einaxig halten.

Sind sie positiv oder negativ doppeltbrechend? Um dies zu ermitteln habe ich das in beistehender Figur dargestellte Instrument construirt. Die ge-

schwärzte, in der Mitte durchbohrte und auf dem Objecttische des Mikroskopes zu befestigende Messingplatte *aa* trägt zwei Schlitten, welche über einander bewegt werden, der untere *cc* durch die Mikrometerschraube *b*, der obere *ee* aus freier Hand mittelst der Handhabe *d* an dem Parallelogramme *gg*. Beide Schlitten tragen Quarzkeile, der obere der Länge nach verschiebbar in einer für ihn angebrachten Rinne *hh*, der untere fest und nur durch die Mikrometerschraube mit dem Schlitten beweglich. Sie liegen nur mit ihrem Rande auf und der Schlitten ist unter ihnen durchbrochen, so dass das Licht frei hindurchgeht. Sie haben beide einen gleichen Winkel von 1° 6′ 54″, sind so geschnitten, dass von den zwei geneigten Flächen je eine der krystallographischen Hauptaxe parallel ist, so gelagert, dass das Licht, welches vom Spiegel des Mikroskops reflectirt wird, senkrecht zu eben jener Hauptaxe hindurchgeht und so orientirt, dass sich ihre Hauptaxen kreuzen und jede von ihnen mit der Polarisationsebene des darunter befindlichen Nicol'schen Prismas einen Winkel von 45° bildet. Da die beiden Keile Gangunterschiede im entgegengesetzten Sinne bedingen, indem der Strahl, welcher im ersten der ordinäre war, im zweiten zum extraordinären wird, so erhalte ich, wenn ich das über dem Ocular befindliche Nicol'sche Prisma mit dem unter den Quarzkeilen befindlichen kreuze, da einen schwarzen Streifen, wo gleiche Dicken der letzteren übereinander liegen, und zu beiden Seiten Farben in der Folge des Newton'schen Ringsystems für reflectirtes Licht. Ich kann es ferner durch Verschieben der Keile jedesmal so einrichten, dass der schwarze Streif, der dem Gangunterschiede = 0 entspricht, oder die irgend einem bestimmten Gangunterschiede entsprechende Farbe die Mitte des Sehfeldes einnimmt.

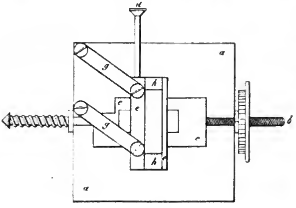


Fig. 38.

Ich benutze nun den oberen der beiden Bergkrystallkeile als Objectträger und vertheile auf demselben Muskelfasern von Hydrophilus piceus in der Weise, dass einige parallel mit der Hauptaxe liegen, andere senkrecht gegen sie gerichtet sind.

Wenn ich nun die Mikrometerschraube so bewege, dass nach und nach ein immer dickerer Theil des unteren Keiles in das Sehfeld kommt, so bemerke ich, dass jede Farbe zuerst angenommen wird von den Muskelfasern,

die senkrecht gegen die Axe des oberen Keiles orientirt sind, dann vom Grunde, dann von den Muskelfasern, welche parallel mit der Axe des oberen Keiles liegen. Wird die Schraube in entgegengesetzter Richtung gedreht, so zeigen die Muskelfasern jede Farbe zuerst, welche der Axe des oberen Keiles parallel liegen, dann der Grund, dann die Fasern, die senkrecht gegen die Axe des oberen Keiles orientirt sind. Jede Muskelfaser wirkt also optisch wie eine Verdickung des Keiles, mit dessen Axe sie parallel liegt, oder was dasselbe ist, wie eine Verdünnung des Keiles, gegen dessen Axe sie unter 90° orientirt ist. Die sarcous elements sind somit positiv wie der Bergkrystall.

Die Berechtigung zu diesem Schlusse liegt am Tage. Da sich im ersten Keile das Licht senkrecht zur Hauptaxe fortpflanzt, so gehen die Schwingungen des extraordinären Strahles parallel mit der Hauptaxe vor sich, die des ordinären Strahles in Ebenen parallel mit der Hauptaxe aber in diesen unter einem Azimuth von 90° gegen dieselbe. Der ordinäre Strahl eilt dem extraordinären voraus und es entsteht ein Phasenunterschied, der von der Dicke des Keiles und den Wellenlängen des ordinären und extraordinären Strahles abhängig ist. Mit diesem Phasenunterschiede treten die beiden Strahlen aus dem ersten Keile aus, und, indem sie in den zweiten eindringen, kann, da derselbe mit dem ersten unter 90° gekreuzt ist, der ordinäre Strahl nur Schwingungen parallel der Axe erzeugen, der extraordinäre nur solche, die senkrecht gegen den Hauptschnitt gerichtet sind. Die Impulse also, welche vom ordinären Strahle des ersten Keiles herrühren, bilden im zweiten den extraordinären und umgekehrt. Da nun im zweiten Keile der ordinäre Strahl um ebenso viel rascher fortgepflanzt wird, wie im ersten, so ist es klar, dass der Gangunterschied abnehmen muss bis gleiche Dicken beider Keile durchwandert sind, dass er dann 0 ist, und, wenn der Weg im zweiten Keile länger wird als im ersten, mit entgegengesetztem Zeichen wächst.

Liegt also auf dem oberen Keile ein doppeltbrechender Körper, dessen optische Axe mit der Hauptaxe des Krystalles parallel ist, so wird in ihm der ordinäre Strahl eben dieses oberen Keiles als ordinärer und der extraordinäre als extraordinärer fortgepflanzt. Es wirkt also auf den Phasenunterschied wie eine Verdickung, wenn in ihm, wie in dem Keile selbst, der ordinäre Strahl schneller fortgepflanzt wird als der extraordinäre. Findet aber das Gegentheil statt, so muss er aus demselben Grunde wie eine Verdünnung des Keiles wirken, mit dessen Hauptaxe seine optische Axe parallel ist.

Es bleibt uns noch eine wichtige Frage übrig, die mit Hülfe des Polarisationsmikroskops gelöst werden kann.

Sind die sarcous elements als einheitliche feste Körper zu betrachten oder als Gruppen von kleineren festen Körpern von veränderlicher Anordnung? Wenn die Muskeln sich zusammenziehen, so sehen wir die Fasern dicker werden und die Querstreifen zusammenrücken. Jedes einzelne sarcous element muss also seine Gestalt verändern, es muss kürzer und dicker werden. Wird eine solche Gestaltveränderung durch irgend welche Kräfte in einem einheit-

lichen festen Körper hervorgebracht, so müssen sich die Wirkungen jener Kräfte bis auf das einzelne Molecül erstrecken, die optischen Constanten müssen verändert werden und es ist nicht wohl denkbar, dass sie gerade so verändert würden, dass der ordinäre und extraordinäre Strahl, nachdem sie in derselben Richtung gleiche Dicken durchlaufen haben, wiederum denselben Gangunterschied geben sollten, welchen sie unter gleichen Umständen vor der Gestaltveränderung gaben.

Anders verhält sich die Sache, wenn die sarcous elements Gruppen kleiner fester doppeltbrechender Körper sind, deren jeder einzelne seine Gestalt bei der Zusammenziehung nicht verändert. Die Gestalt der ganzen Gruppe, des sarcous element, wird dann verändert durch Veränderung in der Anordnung der einzelnen Körperchen, ähnlich wie bei einer Compagnie Soldaten verschiedene Breiten und Tiefen der Aufstellung durch Ortsveränderung der einzelnen Individuen erzielt werden. In diesem letzteren Falle müssen durch den Act der Contraction die optischen Constanten nicht geändert werden, und die Strahlen müssen deshalb, wenn sie gleiche Dicken in derselben Richtung durchlaufen haben, stets denselben Gangunterschied zeigen, gleichviel ob der Muskel sich im contrahirten oder erschlafften Zustande befindet.

Da wir an den Farben, welche unter dem Polarisationsmikroskop erscheinen, einen Maassstab für den Gangunterschied haben, so können wir auch suchen experimentell die Frage zu beantworten, ob sich während der Contraction die optischen Constanten der contractilen Substanz merklich ändern oder nicht. Alle meine hierauf gerichteten Versuche haben ein negatives Resultat gehabt, d. h. ich habe nie eine Farbenveränderung gesehen, die sich nicht vollständig auf Veränderungen in der Dicke der durchlaufenen Schicht oder in dem Winkel, den die zur Interferenz kommenden Strahlen mit der optischen Axe machten, zurückführen liess. Da ich also vergebens nach einer Veränderung der optischen Constanten gesucht habe, so muss ich annehmen, dass die sarcous elements nicht einheitliche feste Körper, sondern Gruppen von kleineren doppelbrechenden Körpern sind. Diese letzten doppelbrechenden Elemente habe ich Disdiaklasten genannt nach dem Ausdrucke, dessen sich der Entdecker der Doppelbrechung im Kalkspath, Erasmus Bartholin in dem Titel zu seiner berühmten Abhandlung[1] bedient.

Aus der zusammengesetzten Beschaffenheit der sarcous elements erklärt sich auch ihre wechselnde Erscheinungsweise an todtenstarren Muskeln. Ich habe in meinen Untersuchungen über den Bau der Muskelfasern mit Hülfe des polarisirten Lichtes (Denkschriften der Wiener Akademie der Wissenschaften Bd. XV. Sepaflg. Wien bei Gerold) neun verschiedene Schemata abgebildet, und man sieht nicht selten an verschiedenen Stellen einer und derselben Muskelfaser zwei verschiedene Schemata repräsentirt, was dadurch zu Stande

1) Experimenta crystalli islandici disdiaclastici quibus mira et insolita refractio detegitur. Havn. 1669.

gekommen ist, dass sich in einzelnen Abschnitten der Faser die sarcous elements mit grosser Regelmässigkeit in kleinere Disdiaklastengruppen getheilt haben, so dass auf diesen Abschnitten viel engere Systeme von Querstreifen erscheinen als auf den anderen, ohne dass sie durch Contraction verkürzt und verdickt wäre.

Margo [1], der die sarcous elements auch in den Muskelfasern des Schliessmuskels der Bivalven auffand, sah bei Anodonta die Muskeln oft nur theilweise quergestreift[2]. Dann lagen in den quergestreiften Partien die sarcous elements in regelmässigen Reihen neben einander: in den Partien aber, welche bei schwächerer Vergrösserung homogen erschienen waren, fand er mit starker statt ihrer zahlreiche kleine unregelmässig zerstreute Körnchen, kleinere Disdiaklastengruppen.

Wenn man lebende Muskelfasern von Fröschen oder Käfern mit Wasser übergiesst, so sterben sie darin bekanntlich rasch ab; die Enden quellen dabei stark auf und der contractile Inhalt drängt sich aus dem Sarcolemma heraus. Wenn man solche Faserenden unter dem Polarisationsmikroskope bei gekreuzten Prismen beobachtet, so bemerkt man an ihnen keine sarcous elements, aber sie machen sich sichtbar wie durch feine silbergraue Staubwolken, die in das dunkle Sehfeld eingestreut sind. Die sarcous elements sind zerstört worden indem das eindringende Wasser die einzelnen Disdiaklasten aus ihrer Lage brachte. Dieser Quellungszustand ist wesentlich verschieden von demjenigen, welchen verdünnte Säuren hervorbringen. Letztere verändern die Disdiaklasten selbst in ihrer Substanz und heben damit die Doppelbrechung auf.

Schliesslich noch einige Bemerkungen über die äusseren und inneren Hülfsmittel für das Studium der Muskelfasern im polarisirten Lichte.

Wem der genossene Unterricht und die gangbaren physikalischen Lehrbücher zur geistigen Vorbereitung nicht genügen, der nehme Aug. Beer's Einleitung in die höhere Optik (Braunschweig 1853. 8.) zu Hülfe. Bei der Wahl des Instrumentes ist zunächst darauf zu sehen, dass das obere Nicol'sche Prisma über dem Ocular, nicht zwischen den Objectivlinsen im engeren Sinne und dem sogenannten Collectiv angebracht sei. Unter den Instrumenten mit letzterer Anordnung habe ich bis jetzt keines für feinere und schwierigere Untersuchungen brauchbar gefunden. Die Nicol'schen Prismen bezog man für unseren Zweck früher am besten von Böttger in Berlin: in neuester Zeit fertigt sie Hartnack in Paris in grösster Vollkommenheit nach einer von ihm und Prazmowski in den Annales de Chemie et de Physique 4^{e} serie t. VII beschriebenen Methode.

---

1) Ueber die Muskelfasern der Mollusken. Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften Bd. XXXIX. S. 566.

2) Die Fasern des Schliessmuskels wurden früher irrthümlich den sogenannten glatten Muskelfasern zugerechnet, d. h. solchen, deren Substanz zwar doppelbrechend ist, an denen man aber nicht sarcous elements und isotrope Zwischensubstanz unterscheiden kann.

Man kann das mikroskopische Bild dadurch bedeutend verschönern, dass man mit Canadabalsam, Dammarfirniss oder Jeffrey's Lösung von Mastix und Kautschuk in Chloroform ein Gyps- oder Glimmerplättchen auf den Objectträger klebt, und hierauf dann die Muskelfasern ausbreitet. Man hat dann bei gehöriger Orientirung des Gyps- oder Glimmerplättchens ein farbiges Sehfeld. von dem sich die Muskeln mit anderen Farben abheben und zwar mit verschiedenen Farben, je nachdem sie vermöge ihrer Orientirung auf dem Plättchen den Gangunterschied, welchen die Strahlen in demselben erlangt haben, vergrössern oder verkleinern. Dies Verfahren hat zugleich den Vortheil, dass die isotropen Partien nicht wie im dunkeln Sehfelde gänzlich verschwinden, sondern mit der Farbe des Grundes sichtbar bleiben. Die schönsten Effecte erhält man, wenn man die Dicke des Plättchens so abpasst, dass es bei gleichgerichteten oder gekreuzten Prismen eine schöne Purpurfarbe hat: dann erscheinen die Muskelfasern darauf je nach ihrer Orientirung blau oder gelb. Unter den verschiedenen Purpurfarben, welche man erhalten kann, ist die beste die, welche als die erste im wachsenden Gangunterschiede bei gekreuzten Prismen erscheint und dem Purpur entspricht, welches das Newton'sche Farbenglas im reflectirten Lichte auf der Grenze zwischen dem ersten und dem zweiten Ringsysteme zeigt. Sie giebt nämlich das empfindlichste Sehfeld, d. h. kleine Veränderungen im Gangunterschiede, hervorgebracht durch auf der Platte liegende doppelbrechende Körper, kündigen sich durch relative auffällige Farbenveränderungen an. Durch vorläufige Untersuchung mittelst des Polarisationsmikroskops findet man aus einer Reihe von Gyps- oder Glimmerplättchen verschiedener Dicke leicht die geeignetsten heraus, indem man ausser der Farbe die Grösse der Farbenveränderungen berücksichtigt, welche durch kleine Dickenunterschiede, zufällig beim Spalten entstandene Stufen, bedingt werden. Enthalten die Plättchen, welche man für zu conservirende Präparate benutzen will, zwischen ihren Lamellen Luft, die sich beim vorläufigen Tränken mit Terpentinöl in Blasen ansammelt, so kocht man sie unter Terpentinöl aus, lässt sie darin liegen bis dasselbe erkaltet ist, und überträgt sie dann in den Balsam oder Firniss mit dem sie und die auf sie zu legenden Muskelfasern eingeschlossen werden sollen.

Capitel VII.

Das Herz.

Von

F. Schweigger-Seidel.

Die Muskulatur des Herzens schliesst sich bekanntlich durch gewisse Eigenschaften an die der Willkühr unterworfenen Muskeln an, während sie anderseits in nicht unwesentlichen Punkten eine ganz selbständige Stellung einnimmt.

Die Structur ist im Allgemeinen eine fasrige, indess lehrt schon die einfachste Untersuchung, dass man nicht Fasern darzustellen vermag, die den Elementen der Stammesmuskeln gleichwerthig; man gewinnt beim Zerzupfen meist nur Bruchstücke dünner, faserartiger Gebilde, da die feinen Muskelfäden, indem sie sich vielfach theilen und mit einander anastomosiren, ein zusammenhängendes, dichtes Netzwerk bilden [1].

Die contractile Substanz ist quergestreift, enthält bisweilen unter anscheinend normalen Verhältnissen Fetttröpfchen und schliesst in ihrem Inneren Kerne ein, die in ziemlich regelmässigen Abständen gelagert sind. In den einzelnen runden oder ovalen Scheiben, welche man bei Schnitten senkrecht zur Faserrichtung erhält, findet sich der Kern stets in der Mitte [2], abgesehen davon, dass bei gehöriger Feinheit der Schnitte auch Scheiben ohne Kern vorhanden sein müssen (Fig. 39).



Fig. 39. Kleiner Theil eines Querschnittes durch die Muskelmasse des Herzens. c. Capillaren.

Die mehr oder weniger weiten spindelförmigen Lücken der contractilen Substanz, in denen die Kerne

---

1) Die anastomosirenden Muskelfasern des Herzens, welche schon Leeuwenhoek abgebildet hat, fand Kölliker von Neuem auf. Vergl. Mikroskop. Anatomie 2. B. S. 209 u. 483. Auch Remak beschrieb sie 1850 (J. Müller's Archiv) selbständig das eigenthümliche Verhalten der Herzmuskulatur.

2) Donders, Physiologie des Menschen. 1859. S. 23.

liegen, werden zum weiteren ausgefüllt durch eine körnige Masse, welche mitunter (beim Menschen) gelblich gefärbt ist. (Fig. 40 *A*).

Die Bedeutung der sogenannten Muskelfasern des Herzens ist eine andere, als in den willkührlichen Muskeln. — Durch ausgedehnte vergleichend anatomische Studien hatte Weismann[1] zunächst festgestellt, dass die fraglichen Verhältnisse nicht bei allen Wirbelthieren die gleichen sind. Bei Eidechsen, Amphibien und Fischen fand er die einzelnen Abtheilungen der Muskulatur gebildet aus dicht aneinander liegenden langgestreckten, spindelförmigen Zellen, deren Substanz quergestreift (Fig. 43); bei Säugethieren, Vögeln und Reptilien dagegen vermochte er eine derartige Zusammensetzung aus Zellen nur in embryonalen Perioden nachzuweisen, musste aber immerhin die anastomosirenden Herzmuskelfasern als aus einer Verschmelzung einzelner Zellen hervorgegangen ansehen. Dieselbe Ansicht vertrat Kölliker und Aeby[2], welcher letztere sogar beim erwachsenen MenschenMuskelfasern durch quere Scheidewände in einzelne Abtheilungen getrennt fand, aber erst Eberth[3] hat neuerdings den wesentlichen Schritt vorwärts gethan, indem er gezeigt, wie in beiden der genannten Wirbelthiergruppen auch im ausgebildeten Zustande der Herzmuskulatur eine Sonderung der einzelnen Zellen von einander fortbesteht, sodass das, was man als einheitliche Faser anzusehen gewöhnt ist, sich als eine Vielheit selbständiger ein- oder mehrkerniger quergestreifter Muskelzellen erweist[4]. Man könnte daher im Gegensatz zu den Fasern der Stammesmuskeln hier von Muskelzellketten oder Muskelzellbalken reden.

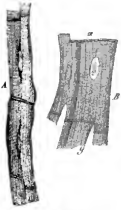


Fig. 40. *A*. Muskelfaden aus dem Herzen des Menschen, durch quere Scheidewände in einzelne kernhaltige Abtheilungen getheilt. Aus Alkohol, nach Maceration in 1 proc. Kalilösung u. Glycerin. *B*. Zwei der Quere nach vereinigte Muskelzellen vom Meerschweinchen. Essigs. u. Kochsalzlösung.

Die angegebene Verschiedenheit zwischen den einzelnen Thiergruppen reducirt sich auf eine ungleiche Zusammenordnung der Muskelzellen, deren Selbständigkeit im Herzen überall gewahrt bleibt. Beim Beweise für diese Behauptung wird es darauf ankommen, besonders bei

1) Arch. für Anat. und Physiol. 1861. S. 42.

2) Zeitschr. für rationelle Medicin. 3. Reihe 17. B. S. 195.

3) Virchow's Archiv. Bd. 37. S. 100.

4) So lange die Trennung der Zellen von einander sich überhaupt nachweisen lässt, wird man über den Grad der Verschmelzung kein rechtes Urtheil gewinnen können, weshalb ein Unterschied der Auffassung, wie sie Kölliker in der 5. Aufl. seines Handbuchs der Gewebelehre vertritt, von der durch Eberth ausgesprochenen, nicht wohl anzuerkennen ist. Giebt doch Kölliker jetzt zu, »dass die Verschmelzung der Zellen eine noch weniger innigere«, als er sich vorgestellt habe.

Säugethieren die Grenzen der einzelnen Zellen sichtbar zu machen und diese selbst isolirt zu gewinnen. Es eignet sich hierzu einmal das Argent. nitric. mit nachfolgender Anwendung des Kali caustic., wodurch Eberth die Muskelsubstanz in einzelne prismatische Stücke zerfällen konnte, entsprechend den schwarzen Linien, welche bei der Silberbehandlung als Ausdruck der Kittsubstanz zwischen den zelligen Elementen hervortreten. Aber auch durch Anwendung anderer (aufhellender) Mittel kann man ziemlich leicht die Ueberzeugung gewinnen, dass die Muskelfäden durch glänzende, querlaufende Linien in einzelne Abtheilungen geschieden werden, und dass jede dieser Abtheilungen einen Kern enthält. Die Undurchsichtigkeit der contractilen Substanz lässt für gewöhnlich die feinen Zellgrenzen nicht auffinden. Bei allen Isolationsversuchen ferner gelangt man immer wieder zu den kleinen, kernhaltigen Muskelstückchen und gerade solche Bilder, wie Fig. 40 *B*, beweisen, dass eine naturgemässe Trennungslinie (*a*) von einer gewaltsamen Rissstelle (*y*) wohl unterschieden werden kann.

Die Begrenzungsflächen der einzelnen Muskelzellen sind nicht eben; die über die Bündel quer verlaufenden Linien erscheinen häufig treppenförmig. Eberth fand die Ränder der Zellen regelmässig mehr oder weniger gezackt, ich sehe sie auch glatt und glaube die Verschiedenheit dadurch bedingt, dass die Muskelsubstanz bald im zusammengezogenen, geronnenen (Argent. nitric.), bald im ausgedehnten gequollenen Zustande (Essigs.) zur Beobachtung gelangte. Andere Unregelmässigkeiten der Gestalt scheinen durch den Druck, welchen die Muskelzellen auf einander ausüben, bedingt zu sein. Jede Muskelzelle enthält einen central gelegenen Kern, oder es finden sich zwei, selten mehrere Kerne, die mitunter dicht beisammen liegen und kleiner, also offenbar aus einer Theilung hervorgegangen sind. Sind die Kerne weiter auseinander gerückt, so dürfte es sich um die an dieser Stelle nicht näher zu erörternde Frage handeln, ob die mehrkernigen Zellen Entwicklungsstufen darstellen, oder ob es sich um ein Verschwinden, resp. Nichterkennen der Zellgrenzen handelt. — Die einzeln liegenden Kerne haben beim erwachsenen Menschen eine Länge von etwa 0,014 und eine Breite von 0,007 Millim., während die Muskelzellen selbst durchschnittlich 0,050—0,070 Millim. lang und 0,015—0,023 Millim. breit sind.

Die zelligen Elemente sind der Hauptsache nach in der Längsrichtung mit einander vereinigt; sie schicken zum Theil kurze seitliche Fortsätze ab, welche mit denen benachbarter Zellen zusammentreten und auf diese Weise die Anastomosen zwischen den Längsfasern herstellen (Fig. 41). Nur wo stärkere Muskelbälkchen gebildet werden, legen sich die Zellen auch der Quere nach unmittelbar an einander; berücksichtigt man jedoch den Reichthum der Blutgefässcapillaren, welche bei Säugethieren mit Nerven und Bindegewebe die Muskelsubstanz überall durchsetzen, so muss man von vornherein die Ueberzeugung gewinnen, dass keine compacteren Massen vorhanden sein können. Verschiedenartige Schnitte bestätigen dies vollkommen. Besonders geeignet

sind Querschnitte aus gut gehärteten Herzen (Fig. 39), aber auch an feinen Längsschnitten sieht man zahlreiche grössere und kleinere Spalten oder Schlitze, welche stellenweise so fein, dass sie von einigen Beobachtern geradezu als Binnenräume der Muskelfasern angesprochen wurden[1]. Ungleiche Contractionszustände der Muskulatur werden natürlich das Bild zu variiren im Stande sein.

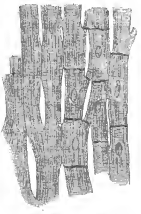


Fig. 41. Anastomosirende Herzmuskelfäden in der Längslage. Rechts sind die Grenzen der einzelnen Zellen und ihre Kerne halbschematisch eingetragen.

Die Spalten zwischen den Muskelzellen werden neben den Capillaren ausgefüllt von einem sehr zarten Bindegewebe, welches als Perimysium scheidenartige Umhüllungen bildet und aus einzelnen verzweigten Zellen zu bestehen scheint. Ein eigentliches Sarkolemma, d. h. ein besonderes, abhebbares zartes Grenzhäutchen habe ich an den Muskelzellen nicht auffinden können, wie denn auch andere Beobachter das Sarkolemma der Herzmuskelfasern ganz läugnen oder wenigstens als sehr schwer nachweisbar angeben[2]. Uebrigens muss wie jede sogenannte nackte Zelle auch die Muskelzelle eine peripherische Abgrenzung besitzen.

Abgesehen von der bisher erwähnten elementaren Theilung zerfällt nun die Muskelmasse des Herzens noch in gröbere Abschnitte. Es werden einmal mit Hülfe des Perimysium dickere Bündel oder Balken gebildet, welche namentlich in den Vorhöfen als Trabeculae carneae bekannt sind. In der Ventrikelwand dagegen kommt es mehr zur Bildung von muskulösen Blättern oder Lamellen und zwar so, dass mehrere dünnere Blätter zu dickeren Lamellen zusammentreten, welche schon mit blossem Auge erkannt werden können[3]. Die dünneren Blätter werden entweder durch ein hier immer noch zartes Bindegewebe mit einander vereinigt, oder aber es bestehen zwischen ihnen glattrandige Spalten, welche sich eine Strecke weit nach Länge und Tiefe verfolgen lassen. Diese Spalten, auf die Henle die Aufmerksamkeit gelenkt hat, verdienen meiner Ansicht nach besondere Beachtung. Ich finde sie ausgekleidet mit

1) Remak l. c. Rindfleisch, Lehrb. d. pathol. Gewebelehre. 1866. S. 73. Desgleichen bildet Eberth Längsspalten in den Muskelzellen ab, jedoch lässt sich seine Fig. 13 ansehen, als durch Vereinigung zweier Zellen entstanden. Uebrigens scheint Eberth meiner Ansicht nach der natürlichen Spaltung eine zu geringe Bedeutung beizumessen, wenigstens spricht er sich dahin aus (S. 121), dass das Muskelnetz des Säugethierherzens nicht in der bisher angenommenen Ausdehnung existire, sondern oft durch Zerzupfen künstlich erzeugt sei.

2) Bei Winkler, welcher sich im Archiv für Anat. und Physiol. 1867 für ein Sarkolemma ausspricht, handelt es sich, wenigstens was die Querschnittbilder betrifft, entschieden um Scheiden des Perimysium.

3) Vgl. Henle, Handb. der system. Anat. 3. B. 1. Abth. Gefässlehre S. 54. Fig. 40—44.

einem feinen Häutchen, welches sich aus platten Zellen zusammensetzt, deren Grenzen bei Silberbehandlung in Form der schwarzen Linien hervortreten. Ausserdem kann man durch passende Maceration das Häutchen abheben und isolirt gewinnen, worauf sich bei mir die Vermuthung gründet, dass manche Beobachter dieses Häutchen als Sarkolemma angesehen haben. Die Spalten liegen übrigens im Bindegewebe, welches man besonders an den Winkeln derselben nachweisen kann, und haben beim Kaninchen, bei dem mir ihre Darstellung am besten gelang, im zusammengefallenen Zustande auf Schnitten etwa eine Länge von 0,06—0,25 Millim. Wir werden auf dieselben noch einmal zurückzukommen haben. —

Was schliesslich die Anordnung der Muskelzüge in der Herzwand, die sogenannte Herzfaserung, betrifft, so kann dieselbe hier nicht eingehender behandelt werden, da sie ein eigentlich histologisches Interesse nicht beansprucht. Die gründlichen Untersuchungen von C. Ludwig, Pettigrew, Winkler u. A. haben gezeigt, wie complicirt diese Verhältnisse sich gestalten, zu welchen Complicationen an sich nach Henle noch individuelle Verschiedenheiten kommen. Wenn daher für die Atrien der Versuch, die Muskulatur auf zwei sich rechtwinklig kreuzende Schichten (die äussere circular) zurückzuführen, wohl gerechtfertigt erscheint, so ist dies für die Ventrikel nicht mehr recht möglich. Für die hier vorhandene spiralige Anordnung der Muskelzüge haben wir den Grund wahrscheinlich in entwicklungsgeschichtlichen Momenten zu suchen, da ja bekanntermaassen der ursprüngliche Herzschlauch bei seiner Umbildung nicht allein eine schleifenförmige Biegung, sondern auch eine Spiral-Drehung erleidet, durch die natürlich eine vorhandene Längs- und Querfaserung in ihrer Richtung verschoben werden muss. Schnitte durch die Ventrikelwand senkrecht zur Oberfläche und parallel der Längsaxe lassen aussen und innen längsgetroffene Züge erkennen, während die mittlere Hauptmasse sich als querdurchschnitten erweist. Demnach sind auch hier, wenngleich ganz im Allgemeinen, die beiden Hauptrichtungen der Muskelzüge zu erkennen. —

Das Bindegewebe, welches zu der Muskelsubstanz des Herzens in nähere Beziehung tritt, erfährt an einzelnen Stellen eine bemerkenswerthe Verdichtung und tritt daselbst in mächtigeren Lagen auf. Es geschieht dies besonders in den sogen. Faserringen an den Ostien des Herzens und in geringerem Grade an der Spitze der Papillarmuskeln, beides Puncte, an die wir den Ursprung resp. das Ende von Muskelbündeln zu verlegen haben. Das Gewebe der Faserringe ist sehr festes, fibröses Gewebe, mit feinsten elastischen Fasern durchsetzt; es nimmt mitunter anscheinend den Charakter des Knorpelgewebes an, histologisch nur insoweit, als sich Bilder finden lassen, wie sie an der Uebergangsstelle des Perichondrium in den eigentlichen Knorpel vorkommen. Aus diesen hier unwesentlichen Verschiedenheiten erklären sich die etwas abweichenden Angaben und Bezeichnungen verschiedener Autoren. An den Herzostien tritt das fibröse Gewebe in die Bildung der Klappen ein, an den Papillarmuskeln geht es

unmittelbar über in das Gewebe der Chordae tendineae, stets scharf gesondert von dem Gewebe des Endocardium.

Das **Endocardium**, welches als eine nicht überall gleichmässig dicke Haut die Herzhöhlen auskleidet und sich ausserdem an der Bildung der Klappen betheiligt, setzt sich aus mehreren Schichten zusammen. Die eigentliche Grundlage der Haut wird gebildet durch die elastische Schicht, welche verschieden reich entwickelte Netze elastischer Fasern enthält, sodass das Bindegewebe mehr oder weniger zurücktritt. Die äusseren Lager sind lockerer. Nach Innen zu erhält die Haut einen Abschluss durch eine besonders darstellbare, dichtgewebte Lamelle elastischer Netzfasern, auf der ein Lager polygonaler kernhaltiger Zellen, als Endothel der Herzhöhlen ruht.

Diesen Angaben pflegt man für gewöhnlich nur noch hinzuzufügen, dass die einfach elastischen Schichten durch eine Bindegewebslage auf die muskulöse Wand aufgeheftet seien, während doch neben diesen auch das Muskelgewebe in die Bildung des Endokards eingeht, in Form des glatten sowohl wie des quergestreiften. Die glatten Muskelzellen sind zwischen die elastischen Lamellen eingefügt, bilden aber kein zusammenhängendes Lager, sondern sind in einzelnen Zügen angeordnet, welche bald breiter, bald schmaler eine Dicke bis 0,10 Millim. erreichen können. In diesen Bündeln haben die verschiedenen Schichten der Muskelzellen nicht gleiche Richtung, jedoch werden dieselben bei Schnitten senkrecht zur Herzaxe im Allgemeinen quer getroffen. Es gelten diese Angaben wenigstens vom Endokard des Septum ventric. beim Menschen, in dem sich die glatten Muskeln sehr gut nachweisen lassen[1].

Auch die weiter nach Aussen liegende quergestreifte Muskulatur des Endokards bildet keine gleichmässige Schicht, wesshalb sie leicht übersehen oder zu den Muskellagern im Allgemeinen gerechnet werden kann. Dass dies Letztere aber nicht statthaft, geht daraus hervor, dass den muskulösen Elementen zum Theil besondere Eigenthümlichkeiten zukommen und dass ihr Lager durch Bindegewebe, Lymphgefäss- und Nervennetze von der Hauptmasse getrennt ist.

Jedenfalls finden wir am Endokard allein sämmtliche Schichten der Gefässwand und können mit mehr Recht, als früher Luschka[2] das Endokardium mit dem ganzen Gefässe und nicht bloss mit dessen Intima identificiren. Hervorzuheben bleibt übrigens noch, dass das soeben Angeführte auf die Vorhöfe keine Anwendung findet, indem ihr Endokard zwar von beträchtlicher Dicke und bemerkenswerthem Reichthum an elastischem Gewebe ist, besondere Mus-

1) Kölliker läugnet mit Bestimmtheit das Vorkommen der glatten Muskeln im Endokardium (Mikroskop. Anat. 2. B. S. 493), bezüglich der angegebenen Localität kann jedoch meines Dafürhaltens ein Zweifel nicht bestehen.

2) Virchow's Arch. 4. B. 171 und Anatomie 1. B. 2. Abth. S. 380.

kelschichten aber nicht erkennen lässt. Glatte Muskelzellen finden sich anscheinend einzeln eingestreut.

Der quergestreifte Muskel des Endokards der Ventrikel tritt unter zwei Formen auf, entweder als die bekannten Purkinje'schen Fäden, oder als ein weitmaschiges Netz von Muskelbündeln, deren Elemente sich höchstens durch ihre Grössenverhältnisse (grössere Breite bei kürzerem Längsdurchmesser) von denen der übrigen Herzsubstanz unterscheiden. Was die mit blossem Auge zu erkennenden, grauen, gallertartig erscheinenden Fäden betrifft, welche Purkinje 1845 unter dem Endokard des Kalbes auffand, so sind dieselben theils für einen besonderen motorischen Apparat, theils für eine embryonale Form der Herzmuskulatur angesehen worden [1]. Die unter einander zu Netzen vereinigten Fäden setzen sich zusammen aus mehr oder weniger regelmässigen prismatischen Stücken (Körner) von 0,05—0,10 Millim. Durchmesser, von denen jedes besteht aus einer Rindenschicht quergestreifter fibrillärer Muskelsubstanz und einer hyalinen Axensubstanz mit je einem oder zwei klaren Kernen. Während nun unter den Beobachtern die Einen die quergestreifte Masse als eine Zwischensubstanz ansehen und in sie hinein mehr selbständige klare Zellen eingelagert sein lassen, halten die Anderen, wie ich glaube mit Recht, jedes Korn für eine Muskelzelle, an welcher (als embryonales Stadium) nur die peripherischen Schichten zu contractiler Substanz umgewandelt sind.

Es ist Sache der Entwicklungsgeschichte genauer darzulegen, in welchem Verhältnisse diese Abtheilungen der Purkinje'schen Fäden zu den Herzmuskeln im ausgebildeten Zustande stehen; hier soll nur noch darauf hingewiesen werden, dass übereinstimmenden Angaben zu Folge die Purkinje'schen Fäden unmittelbar in gewöhnliche Muskelzüge übergehen, und dass sie bei einzelnen Thieren durch gewöhnliches Muskelgewebe ersetzt werden können Der Streit, ob dieses oder jenes Thier Purkinje'sche Fäden besitzt, ist daher von geringer Bedeutung, weil es sich eben nur um verschiedene Formen des Endokardmuskels handelt.

Eine Spaltung der stärkeren Fäden, wie wir sie früher kennen gelernt, liegt hier nicht vor, vielmehr werden dieselben im Ganzen von einer ausgesprochenen bindegewebigen Scheide umgeben. Diese Scheiden füllen sich mitunter bei Injectionsversuchen durch Einstich mit Masse und bilden alsdann ein weitmaschiges Netzwerk, welches nicht mit Lymphgefässen verwechselt werden darf. (Eberth.)

Wie bereits angedeutet, haben wir bei Besprechung der Innenhaut des Herzens noch der K l a p p e n zu gedenken. Man bezeichnet dieselben wohl als Duplikaturen des Endokards, erweckt jedoch hierdurch unrichtige Vorstellun-

1) Ausser der Arbeit von Purkinje (Müller's, Arch. 1845, S. 294) vergleiche man die Angaben von Kölliker, Hessling, Reichert, Remak, Aeby, Obermaier und Lehnert. Die genaueren Literaturangaben findet man bei letztgenannten Autoren. Obermaier, Arch. für Anat. u. Physiol. 1867 S. 245 u. 358 Lehnert, M. Schultze's Arch. für Mikrosk. Anat. 1868 S. 26.

gen. Die Substanz jeder Klappe besteht im Wesentlichen aus zwei Schichten, einer fibrösen und einer elastischen. Erstere hängt unmittelbar mit den Faserringen zusammen, letztere ist bei den venösen Klappen eine Fortsetzung des Endokards der Vorhöfe, bei den arteriellen eine Fortsetzung der Kammerauskleidung. Die freie Fläche der fibrösen Schicht besitzt als Ueberzug ein dünnes Zellhäutchen, ohne besondere elastische Grundlage, höchstens dass die elastischen Elemente der fibrösen Schicht selbst an der Grenze eine geringe Verdichtung erfahren. An den halbmondförmigen Klappen ist die elastische Schicht an der Anheftungsstelle beträchtlich verdickt; an den venösen Klappen verschwinden die beiden Schichten nach den Zipfeln zu und werden durch das ziemlich kernreiche Sehnengewebe der Chordae tendin. ersetzt. Letztere besitzen nach den Papillarmuskeln zu eine äussere elastische Schicht mit Zellhäutchen als Fortsetzung des Endokards[1]. Auf die Zipfelklappen gehen mit dem Endokard des Vorhofs zugleich Muskelbündel über und ziehen sich bald mehr bald weniger weit nach abwärts, bleiben aber stets auf den oberen Abschnitt beschränkt[2].

Nach Angaben von Oehl (Mem. d. Acad. d. Scienze d. Torino XX, 1861) sollen in die grösseren Sehnenfäden der linkseitigen Atrioventrikularklappen kleine selbständige Muskeln eingelagert sein. Purkinje'sche Fäden gehen auf die Chordae über. An den Klappen finden sich mitunter zottenartige Auswüchse (Luschka, Lambl). — Bezüglich des Endocardium im Allgemeinen dürfte noch erwähnt werden, dass die mikroskopischen Bilder, welche man bei verschiedenen Geschöpfen erhält, ziemlich verschieden ausfallen, hauptsächlich wegen der grösseren oder geringeren Entwicklung der elastischen Fasernetze. Vorstehende Schilderung ist hervorgegangen aus der Untersuchung menschlicher Herzen.

Im Gegensatze zum Endokard ist das **Perikard** eine seröse Haut und besitzt die allgemeinen charakteristischen Eigenthümlichkeiten einer solchen. Das subseröse Gewebe ist in einzelnen Fällen ausgezeichnet durch grossen Reichthum an Fettzellen.

Die **Blutgefässe** verzweigen sich als Ausläufer der Kranzarterien in der Muskelsubstanz, im Peri- und Endokard. Die Gefässe letztgenannter Haut treten nach Luschka auf die Klappen über. Die capillare Ausbreitung in der Muskelsubstanz ist eine reichliche, indem die Muskelzellen selbst von den Netzen umsponnen werden. Die Venenwurzeln erscheinen dadurch ausgezeichnet, dass mehre capillare Gefässchen sofort zu einem dickeren Stämmchen zusammentreten, woraus zu erschliessen, dass der Abfluss des Blutes ein erleichterter ist.

---

1) Analoge Angaben über den Bau der Klappen macht bereits Donders. Nicht übereinstimmen kann ich mit der Behauptung Luschka's, dass die Klappen eine unmittelbare Fortsetzung der Arterienwand (Arch. für physiol. Heilkunde 1856. S. 537). Vergl. auch Henle.

2) Als neueste Untersuchungen über die Muskulatur der Atrioventrikularklappen sind zu nennen die v. Gussenbauer. (Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissensch. 57. Bd. 1. Abth.)

Ueber die Lymphgefässe des Herzens besitzen wir neuere Untersuchungen von Eberth und Belajeff[1]. Wie sie zeigen, kann man sowohl im Perikard, als auch im Endokard theils weit-, theils engmaschige Netze von Lymphcapillaren der gewöhnlichen Art nachweisen, meist in einfacher Schicht, seltener, bei grösserer Dicke der Haut in mehrfachen Lagen. Die endokardialen Gefässnetze des Vorhofes setzen sich mit einzelnen feineren Röhren auf die Atrioventrikularklappen fort und reichen hier bis zur Mitte; ebenso kommen den halbmondförmigen Klappen einzelne Lymphröhren zu als Fortsetzungen der Netze des Ventrikelendokards.

Im Herzfleische selbst fanden die genannten Beobachter entgegen Luschka die Lymphgefässe »nicht so zahlreich«, während ich meinen eigenen Untersuchungen zu Folge annehmen darf, dass die Herzmuskulatur doch in einer innigeren Beziehung zu den Lymphgefässen steht, als es nach diesen Angaben erscheint, insofern die früher erwähnten Henle'schen Spalten in der Muskelsubstanz mit den Lymphbahnen in Zusammenhang gebracht werden müssen. Da aber diese Spalten sich mannichfach unter einander verbinden, so bilden sie ein die Muskelsubstanz durchziehendes Canalsystem von einer Entwicklung, die gewiss nicht spärlich genannt werden kann. Es wurde bereits früher erwähnt, dass die glatten Spalten mit einem Häutchen, analog dem Lymphgefäss-Endothel ausgekleidet sind, wozu noch die Bemerkung gefügt werden muss, dass man wohl im Stande, offenbare subpericardiale Lymphgefässe mit ihren Fortsetzungen in das Spaltsystem hinein zu verfolgen. Dass dieses System nicht so ohne weiteres zu injiciren, kann nicht direct gegen die gemachte Annahme sprechen. Beim Einstich in die Herzmuskulatur tritt die Masse auch zwischen die einzelnen Muskelelemente in das Perimysium und kann sich hier eine grössere Strecke weit verbreiten, ja man sieht sogar bei geringem Drucke die angewendete Masse bis in die Lymphgefässe des Perikards vordringen, ohne dass es zu einer nachweisbaren Zerreissung und zur Bildung eines klumpigen Extravasates gekommen wäre. Eine reine Injection der Spalten erhält man so nicht. Es ist anzunehmen, dass die Lymphgefässe der Muskelsubstanz nicht immer spaltartig, sondern auch röhrenförmig je nach der Füllung und je nach dem Contractionszustande der Muskulatur.

Von dem feineren Verhalten der Herznerven insoweit es für die Physiologie von eigentlicher Bedeutung, ist zur Zeit noch wenig bekannt, namentlich fehlt es an einer genaueren Kenntniss von den intimeren histologischen Beziehungen der aus verschiedenen Quellen stammenden Fasern zu den einzelnen Geweben.

Die vom Plexus cardiacus abtretenden Nervenfäden legen sich bei den Säugethieren unter das Pericardium, zum Theil auch in das Septum ventric., wo sie inmitten der Muskelmasse verlaufen, gleichsam im Raume zwischen den beiden Ventrikelantheilen. Ihre Ausbreitung unter dem Perikard erfolgt

1) Virchow's Arch. 37. B. S. 124.

unabhängig von den Gefässen, ja es zeigt sich bei einzelnen Thieren, dass die Nerven die oberflächlichen Muskelzüge und die Gefässe geradezu rechtwinklig kreuzen, wie es z. B. die Abbildung, welche sich bei Lee[1] findet, deutlich erkennen lässt. Die einzelnen, etwas plattgedrückten Fäden, welche sich durch feinere Bündel mit einander verbinden, bestehen der Hauptmasse nach aus marklosen Nervenfasern; doppelt-conturirte Fasern kommen in wechselnder Anzahl, zumeist aber nur spärlich vor.

Die Nerven sind in Verbindung gesetzt mit Ganglienzellen. Dieselben liegen zu Gruppen vereinigt an der Aussenseite der Faserbündel, oder bilden zuweilen selbständigere kleine Ganglien, welche mit dem Nerv durch einen Stiel zusammenhängen. Zu massenhafteren Zellanhäufungen kommt es nicht, und vor allen sind die makroskopisch wahrnehmbaren Anschwellungen der Nerven nur bedingt durch ein Eindringen von Bindegewebe in Begleitung stärkerer Gefässchen in das Innere derselben.

Besser als an den subperikardialen Nerven der Säugethiere kann man das Verhalten der Fasern zu den Ganglienzellen studiren an den Herznerven der Frösche, welche sich in der dünnen Vorhofsscheidewand ausbreiten und in ihren topographischen Verhältnissen durch mehrere Specialarbeiten hinreichend bekannt sind (C. Ludwig, Bidder). Die Mehrzahl der Ganglienzellen zeigen einen Bau, wie er den Zellen des Sympathicus eigenthümlich ist, bei welchen an dem einen Pole ausser der sogen. geraden Faser auch noch die Arnold-Beale'sche Spiralfaser entspringt, was anderwärts genauer geschildert wird. Daneben sind aber auch, wie verschiedene Autoren angeben, wirklich bipolare Formen vorhanden und schliesslich noch Ganglienzellen, die sich durch die eigenthümliche Art ihrer Aneinanderlagerung auszeichnen, welche sich, um mit Auerbach[2] zu reden, in »opponirter Stellung« befinden. Zwei birnförmige Zellen in gemeinsamer Scheide liegen mit ihren platten Seiten aneinander gefügt, während die von den spitzen Enden abtretenden Nervenfasern in entgegengesetzter Richtung verlaufen. Da die Aneinanderlagerung der Zellkörper eine sehr innige, so können derartig combiuirte Zellen, namentlich wenn sie frisch untersucht werden, leicht für einfache bipolare gehalten werden. Eine Spiralfaser ist in diesen Fällen nicht vorhanden.

Auerbach fand diese Form der Ganglienzellen im Plexus myentericus, Bidder in der Vorhofsscheidewand, ich selbst ausserdem in anderen sympathischen Ganglien. Es gehören meiner Ansicht nach hierher diejenigen Zellen, von denen man zwei gerade Fasern abtreten sieht, wie man sogar drei kleinere Ganglienkörper in einer gemeinsamen Kapsel finden kann.

Seitdem man den Einfluss der Nerven auf die Herzthätigkeit genauer kennt, hat man sich im Allgemeinen der Ansicht hingegeben, dass der Unterschied zwischen Vagus und Sympathicus, also zwischen hemmenden und excitirenden Fasern

1) Lee, Philos. Transact. of the royal society, London 1849. Pl. II u. III.
2) Virchow's Arch. Bd. 30 S. 458.

darin zu suchen ist, dass die einen direct, die anderen nur durch Vermittlung der Ganglienzellen zu den Muskeln gelangen. Letzteres sollte vom Vagus gelten, ohne dass man vollgültige Beweise für diese Annahme vorzubringen vermocht hätte. Kölliker behauptet sogar durch die anatomische Untersuchung die Ueberzeugung gewonnen zu haben, dass der Vagus zu den Ganglienzellen in gar keiner Beziehung stehe, indess theilen andere Beobachter diese Ueberzeugung nicht, wie denn in neuester Zeit Bidder (Arch. für Anat. u. Physiol. 1868 S. 1) den Versuch gemacht hat, gleichfalls auf anatomischem Wege darzuthun, dass die zu den Ganglienzellen hinzutretenden Spiralfasern Vagusfasern, während die abtretenden geraden Fasern zur Ausbreitung in der Peripherie bestimmt seien. Wenn er sich aber hierbei auf die Resultate der Nervendurchschneidung bei Fröschen stützt, so muss diesem Beweismittel desshalb der Werth abgesprochen werden, weil die Ram. cardiaci bei Fröschen die einzigen zum Herzen tretenden Nerven sind, in Folge dessen bei Durchschneidung sowohl die hemmenden, als die excitirenden Fasern zur Degeneration gebracht wurden.

Die weitere Ausbreitung der Nerven in der Muskelmasse des Herzens ist schwer zu verfolgen, weil, wie es scheint, eine sehr schnelle Vertheilung stattfindet, wenigstens ist von eigentlichen Stämmchen alsbald wenig mehr zu sehen. Hierzu kommt, dass die Fasern fein und marklos. Auch in der Muskelsubstanz wird das Vorhandensein von Ganglien angenommen. Wenn man sich aber hierbei auf die Angaben Remak's[1] stützt, so ist zu beachten, dass derselbe den mikroskopischen Nachweis von Ganglienzellenhaufen nur im Herzohre des Kalbes geliefert hat. Mir ist es nicht gelungen inmitten der eigentlichen Muskulatur, zwischen den Muskelfäden selbst, Ganglien aufzufinden, ich kann eigentlich nur zugeben, dass dieselben sich an einzelnen durchtretenden Stämmchen oder Zweigen finden mögen.

Friedländer lässt Ganglienzellen in reicher Anzahl inmitten der Muskelsubstanz des Froschherzens vorhanden sein (Untersuch. aus d. physiolog. Laboratorium in Würzburg 2. Hft. 1867), indem er in vorher pulsirenden Muskelstückchen, in denen zuweilen nicht mehr als 2—3 Muskelfasern enthalten waren, ausnahmslos Ganglienzellen nachweisen zu können glaubte. Seine Angaben sind jedoch zu unbestimmt. Es wird nichts von der Grösse, der Gestalt und dem Aussehen der vermeintlichen Ganglienzellen berichtet und noch weniger der Nachweis eines Zusammenhanges der Zellen mit Nervenfasern versucht.

Ueber die Endigungsweise der Nerven in den Muskeln des Herzens liegen einzelne Angaben von Kölliker und Krause vor. Kölliker lässt beim Frosche die blassen, kernhaltigen und frei auslaufenden Fasern an und in den secundären Muskelbündel endigen in Analogie mit den Nerven der willkührlichen Muskeln, während es bei Krause heisst: »Die doppelt conturirten Nervenfasern des Herzmuskels endigen mit motorischen Endplatten. Die eigenthümlichen Wirkungen der Herznerven lassen sich also keinesfalls aus ihrer Endigung erklären[2].«

Dass das Verhalten der Nerven im Herzen ein anderes sein muss als in

1) Müller's Arch. 1844 S. 463.
2) Anatomie des Kaninchens, Leipzig 1868. S. 178.

den Stammesmuskeln, ist nach der abweichenden Anordnung der muskulösen Elemente von vornherein wahrscheinlich; wenn die einzelnen Muskelzellen ihre Selbständigkeit bewahren, so müssen sie voraussichtlich besonders innervirt werden, wonach sich eine grössere Analogie mit dem glatten Muskelgewebe herausstellt. Wie diese Innervation sich am letzten Ende vollführt, muss durch weitere Forschung festgestellt werden, vorläufig ist zum Vergleiche mit den Einrichtungen bei anderen Muskeln Folgendes anzuführen.



Fig. 42. Isolirte Nervenfasern aus der Muskelsubstanz der Ventrikelwand vom Hunde. Vergrösserung 500.

Zu den von Bindegewebe begleiteten Capillaren, welche sich in die Spalten zwischen die Muskelzellen einlagern, gesellen sich die Nerven als feine kernführende Fasern, wie sie auch an anderen Orten als peripherische Ausbreitung der Nerven auftreten. Selbst in ganz dünnen Muskelschichten sind die feinen Fasern kaum aufzufinden; die Muskel-Capillar- und Nervenkerne, wenn auch verschieden von einander, verwirren das mikroskopische Bild so sehr, dass nichts weiter übrig bleibt, als eine Isolirung der Nerven, durch Lösung der Muskelzellnetze. Nimmt man Präparate mitten aus der Kammerwand von Säugethieren, so erhält man bei gelungenem Versuche zahlreiche Nervenfasern, allerdings meist in Bruchstücken, und sieht, wie dieselben sich vielfach theilen, auch wohl Maschen bilden. (Fig. 42.) Die Theilungen sind stellenweise sehr zahlreich (*a*), die Seitenzweige aber zumeist abgerissen. Nur selten trifft man auf einen Fall, wie er bei *b* dargestellt ist und auch da bleibt es fraglich, ob eine natürliche Endigung vorliegt, weil die von der zweiten Kernanschwellung abtretenden Fäserchen so fein werden, dass man für die Beurtheilung einer etwaigen Zerreissung keine sicheren Anhaltspuncte besitzt. Bei Fröschen gestalten sich die Verhältnisse insofern anders, als in der Muskelmasse keine Capillaren vorhanden sind und die einzelnen Bündel aus dicht gedrängten spindelförmigen Zellen bestehen. In Fig. 43 sieht man zwei etwas aus einander gezogene Bälkchen aus dem Vorhofe. Zwischen ihnen feine Nervenfasern mit den gewöhnlichen Kernen, welche sich unter mannichfachen Theilungen den Muskelbündeln innig anlegen. (Der Zweig *a* verläuft unter dem Bälkchen.) Von den charakteristischen, dreiwinkligen Kernen (*b*) treten alsdann feinere Fäden ab, welche bestimmt in das Innere des Bündels eindringen, wie man deutlich zu erkennen im Stande ist, dass die Kernfaser *c* in einer Lücke der Muskelzellen liegt. Zwischen diesen vermag man schliesslich bei Isolationsversuchen sehr feine verzweigte Fäserchen aufzufinden, und möchte dieselben für nervös halten, auch ohne den directen Zusammenhang

mit unzweifelhaften Nervenfasern dargestellt zu haben. Solche feinsten Fäserchen haften mitunter den Muskelzellen fest an.

Trotz dieser noch vorhandenen Unsicherheiten darf doch als feststehend anzusehen sein, dass die Herznerven in ihren feineren Verzweigungen zwischen die Muskelelemente selbst zu liegen kommen und so mit der von keinem Sarkolemma umhüllten contractilen Substanz in unmittelbare Berührung treten. Wie sich die Zahl der Nervenendzweige zu der Zahl der Muskelelemente verhält, darüber kann zur Zeit noch keine Auskunft gegeben werden. Von einer etwaigen directen Verbindung der Nerven mit den Kernen der Muskelzellen, wie sie z. B. von Frankenhäuser für die glatten Muskeln behauptet worden, habe ich nichts wahrzunehmen vermocht [1].



Fig. 43. Muskelbälkchen aus dem Vorhofe des Frosches mit ihren Nerven.

Es erübrigt noch, der anderweitigen Verzweigungen der Herznerven Erwähnung zu thun. Wir finden dieselben erstens im Perikardium, in dem wie in anderen serösen Häuten Netze feiner Fasern vorhanden sind, und zweitens im Endokardium, in welchem es zu einer reichlicheren Entwicklung des Nervengewebes kommt. Es hängt dieselbe nicht etwa bloss mit dem Vorhandensein der Muskellagen zusammen, indem neben den motorischen sicher auch anders functionirende Fasern angenommen werden müssen. Letztere finden ihre Endausbreitung in den inneren Lagen der Haut. Die feinen Fasern sind inmitten des elastischen Gewebes nur schwer aufzufinden und eigentlich nur mit Hülfe des Goldchlorids genauer zu verfolgen [2]. Sie sind kernführend und bilden in der Dicke der Haut Netze analog denen, welche in den serösen Häu-

1) Ein näheres Eingehen auf Einzelheiten der Specialuntersuchung, sowie eine genauere Darlegung der Methodik würde hier zu weit führen. Es soll desshalb an einem anderen Orte ausführlicher Rechenschaft gegeben werden.

2) Den Angaben wurden zu Grunde gelegt die noch nicht veröffentlichten Untersuchungen, welche von Herrn Dr. Schmulewitsch neuerdings über dieses Thema unter meiner Leitung angestellt sind.

ten vorhanden sind, nur dass die Maschen viel enger. Da jedoch keine Gleichmässigkeit herrscht, so könnten Zahlenangaben nur für ganz bestimmte Fälle von Bedeutung sein. Auch die Endigung der Nerven dürfte sich eben so verhalten wie in den serösen Häuten, wenngleich es hier noch viel schwerer ist, eine sichere Entscheidung zu treffen.

Von diesen feinen Netzen sind zu trennen die Plexus gröberer Bündel, die sich in der Bindegewebsschicht, also unter der Muskellage des Endokards ausbreiten, und der Beobachtung leichter zugänglich sind. Von ihnen aus treten einzelne Fasern ab, um theils in den Muskeln zu endigen, theils in die Bildung der erwähnten feinen Netze einzugehen.

Capitel VIII.

Von den Blutgefässen.

Von

C. J. Eberth,

Professor der pathologischen Anatomie in Zürich.

Bei den erwachsenen Wirbelthieren bildet ein von platten Zellen in einfacher Lage oder von einer zarten kernhaltigen Membran begrenztes Röhrensystem Endothelrohr (His[1]), Perithelrohr (Auerbach[2]), Zellhaut (Remak[3]) die Grundlage der Blutgefässe. Dieses Rohr ist der am wenigsten veränderliche Theil der Gefässwand, der sowohl in den feinsten Blutgefässen wie in den groben Stämmen und in den erweiterten Abschnitten des Gefässsystems — im Herzen und den cavernösen Räumen — sich erhält, wie sehr auch die übrigen Bestandtheile der Gefässwand wechseln. Nur in manchen Organen wie in der Milz der Säuger, in der Lunge der Cephalophoren und den Kiemen der Crustaceen scheinen wandungslose Blutbahnen zu existiren[4].

Die Capillaren und feinen Venen werden fast allein von diesem Rohr gebildet, dessen Elemente zarte, abgeplattete, bald mehr spindelförmige, bald mehr polygonale Zellen mit einem Kern und einem schwachen, letzteren umgebenden Protoplasmasarum sind und meistens der Längsachse der Gefässe parallel verlaufen.

Im Herzen, in den Arterien und meisten Venen ist dieses Zellrohr umlagert von bindegewebigen, elastischen und musculösen Elementen, die häufiger schichtweise geordnet, oft aber regellos vertheilt, eine Umhüllung bilden, die

---

1) Die Häute und Höhlen des Körpers. Basel 1866.

2) Virchow's Archiv, Bd. XXXIII, 1865.

3) Müller's Archiv 1850.

4) Mit Unrecht hat Bidder (Beiträge zur Gynäkologie und Geburtskunde von Holst, 1867) ein Endothel in der Randvene der Placenta geläugnet (Eberth, Virchow's Archiv, Bd. XLIII, S. 136. 1868.

im Gegensatz zu der zelligen Innenhaut als äussere Gefässhaut, Umhüllungshaut bezeichnet werden mag.

Die Mächtigkeit dieser Membran nimmt nicht proportional dem Gefässdurchmesser zu. Es giebt weite Gefässe mit sehr dünner und schmale mit verhältnissmässig kräftiger Wand. Bei wirbellosen Thieren, Schnecken und Muscheln, werden sogar die grossen Bluträume, welche die Eingeweide umgeben, nur von einer sehr zarten, zelligen Haut begrenzt, welche als äusseres Epithel, ähnlich dem Epithel der Darmserosa, die Organe bekleidet.

Die feineren Gefässe, insbesondere die arteriellen, sind im Vergleich zu den grösseren dickwandiger. An dieser Verstärkung der Wand nehmen aber nicht alle Elemente gleichen Antheil, es sind vielmehr hauptsächlich die Muskeln, die um so zahlreicher werden, je mehr das elastische und Bindegewebe zurücktritt.

Die Gewebe, welche die Umhüllungshaut bilden, sind in Schichten geordnet, deren Mächtigkeit ebenso wie ihre Reihenfolge mancherlei Schwankungen unterliegt.

Die Umhüllungshaut wird nach innen von einer elastischen Membran, der elastischen Innenhaut begrenzt. Eine muskulöse, aus glatten, theils ringförmigen, theils longitudinalen Fasern zusammengesetzte Haut bedeckt die Aussenfläche der vorigen Membran. Sie führt auch die Bezeichnung »mittlere Haut« von ihrer Lage zwischen der elastischen und der äussersten, meist nur aus Bindegewebe und elastischen Fasern bestehenden Membran — der Tunica adventitia.

Zu diesen Häuten gesellt sich noch eine vierte, bindegewebige Lage, Innenhaut, innere Längsfaserhaut, die sich zwischen das Endothel und die elastische Innenhaut einschiebt, intermediäre Lage will ich sie nennen. In den Arterien ist sie nur in den grossen Gefässen constant und verliert sich allmählig gegen die Peripherie. In den Venen erreicht sie ihre grösste Mächtigkeit in einigen peripheren Gefässen und nimmt gegen das Herz hin ab, so dass sie den grossen Venen (Cava) schon vollständig fehlt.

Die Gefässwand besitzt ausser den genannten Elementen noch elastische Fasern und Häute, die bald in der Form netzförmig verbundener feiner und starker Fasern, die sich selbst zu kräftigen breiten Bändern entwickeln, bald als gefensterte Bänder und Membranen auftreten. Die elastischen Fasern bilden ein durch die ganze Dicke der Umhüllungshaut sich erstreckendes Netz, deren Mächtigkeit nicht nur in verschiedenen Gefässprovinzen, sondern auch in den verschiedenen Gefässhäuten wechselt. Eine grössere Entwicklung erreichen diese Fasernetze in den Arterien auf der Aussenfläche der Muskelhaut, wo sie oft eine ziemlich markirte, kräftige Schicht bilden. (Henle's äussere elastische Haut).

Vasa vasorum und Nerven. Die Adventitia der grossen Arterien und Venen besitzt Arterien, Capillaren und Venen, die sich auch bis in die äusseren Lagen der Muskelhaut erstrecken. Die innere Faserhaut ist gefässlos.

Lymphgefässe sind noch nicht in den Blutgefässen beobachtet. Die Lymphröhren des Endocards erstrecken sich nur bis in die Semilunarklappen [1].

Bei den Amphibien und Reptilien liegen selbst die grossen Gefässe, insbesondere Arterien in mächtigen Lymphräumen und werden von der Zellhaut der Lymphgefässe bekleidet.

Die circumvasculären Räume im Hirn und Rückenmark der Säugethiere. welche früher His [2] als Lymphgefässe betrachtete, sind nach den neuesten Angaben desselben und eigenen Beobachtungen einfache Gewebslücken und nicht von eigenen Wandungen begrenzt.

Mit Ausnahme der Capillaren sind in allen Gefässen, selbst in der Adventitia der muskellosen Venen der Pia, Nerven nachgewiesen. Diese, theils aus dunkelrandigen, theils aus blassen Fasern bestehend, lösen sich, nachdem sie die Adventitia passirt haben, in ein feines Netz auf. Die Fasern dieses Netzes gehören nach dem, was ich an den feinen Hautgefässen des Frosches gesehen habe, zu den feinsten und das Netz selbst zu den dichtesten. Von dem Verhalten der letzten Nervendigungen, insbesondere zu den Muskeln, habe ich mich noch nicht mit voller Sicherheit überzeugen können.

Auch Ganglienzellen kommen im Verlauf der einzelnen zutretenden Nervenfasern und in den gröberen Nervennetzen vor. Beale [3] will dieselben sogar sehr verbreitet beobachtet haben. Ich kenne sie nur von der Cava inferior des Frosches, wo sie Lehmann [4] zuerst aufgefunden hat. Haufen von kleinen, etwas abgeplatteten und dicht gedrängt liegenden Ganglienzellen bilden rundliche Nervenknoten.

Arterien.

Die Arterien sind vor den Venen ausgezeichnet durch die stärkere Wand, welche durch den grösseren Reichthum an Muskeln und elastischen Fasern bedingt ist. Die Dicke dieser Wand wächst mit dem Kaliber, aber nicht proportional. Die Stärke der Muskelhaut nimmt verhältnissmässig mit der Abnahme des Kalibers zu. Die Menge der elastischen Fasern dagegen steigt mit dem Kaliber.

Die Zellhaut der Arterien besteht aus spindelförmigen, selten polygonalen Zellen. Ihre Durchmesser zeigen nur geringe Schwankungen in den einzelnen Gefässprovinzen.

Elastische Innenhaut. Die innerste Lage der äusseren Gefässhaut — die elastische Haut von Donders, elastische Innenhaut Kölliker's, elastische Längsfaserhaut Remak's — wird bei den feinsten Gefässen aus einem Netz feiner elastischer Fäserchen oder einer zarten, structurlosen elastischen Membran

1) Eberth und Belajeff. Virchow's Archiv. Bd. 36, 1866, S. 124.
2) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XV, 1865, S. 127.
3) Philos. Transactions. Vol. CLIII, S. 562.
4) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 14, S. 346.

gebildet, die an collabirten oder gefalteten Gefässen', oder losgelöst von ihrer Unterlage feine parallel verlaufende Längs- und Querfältchen zeigt. Schon in

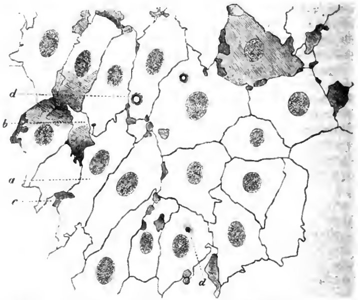


Fig. 44. Endothel der Carotis des Menschen nach Höllensteinbehandlung. *a* Zellen. *b* hellere, *c* dunkle Zwischenfelder. *d* intracelluläre ringförmige und fleckige Zeichnungen.

sehr feinen Röhren mit ganz vereinzelten Muskelzellen ist sie nachweisbar. Gegen die stärkeren Gefässe gewinnt die Membran an Mächtigkeit, kleine runde und längliche Lücken treten in ihr auf, sie erscheint jetzt als eine gefensterte, durch Längsleisten verdickte Membran. (Arteria basilaris).

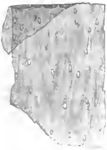


Fig. 45. Elastische Innenhaut der Arteria basilaris.

In den starken Gefässen sind die Lücken zahlreicher, die Membran gewinnt dadurch das Aussehen eines dichten, aus verschieden starken Fasern bestehenden Netzes oder einer gefensterten Haut mit netzförmigen Verdickungen. Grosse Stämme Axillaris, Carotis, Pulmonalis, Cruralis, Poplitäa, Hepatica besitzen statt der einfachen elastischen Haut 2—3 miteinander anastomosirende elastische Membranen und Fasernetze. Ein helles, wenig fasriges Bindegewebe dient als Ausfüllungsmasse ihrer Zwischenräume.

Innere Faserhaut. Zu jener Membran gesellt sich eine zweite, die

aber nicht, wie HENLE[1] behauptet, zwischen ihr und der nächsten, der sogenannten Media, sondern nach den Beobachtungen von KÖLLIKER[2]), GIMBERT[3] und mir zwischen dem Epithel und der elastischen Innenhaut ihre Lage hat. REMAK hat diese Schichte als innerste Längsfaserhaut, KÖLLIKER als streifige Lagen der Innenhaut bezeichnet.

Diese Haut besteht aus einer feinkörnigen Substanz mit feinen, schräg und längsverlaufenden Fäserchen. Der grösste Theil dieser wird durch Kali zerstört. Nach Aussen wird diese Membran deutlicher fasrig und geht allmählig über in die elastischen Netze und Membranen.

Nach LANGHANS[4] ist diese Lage bei jungen Individuen nicht deutlich fasrig, sondern undeutlich körnig. Die Streifung tritt erst auf, wenn die Membran eine gewisse Dicke erreicht hat.

Das Gewebe dieser Haut enthält zahlreiche, spindel- und sternförmige, in anastomosirenden Canälen gelegene Zellen. Die Kerne derselben sind verhältnissmässig gross, die Zellsubstanz feinkörnig oder fast homogen. Zwischen diesen Elementen finden sich auch mitunter kleine Granulationszellen, von denen ich es zweifelhaft lassen muss, ob sie normale oder pathologische Bestandtheile dieser Membran sind.

Mitunter haben die Kerne der Spindelzellen eine so ausgesprochene Stäbchenform, dass man versucht wird, an glatte Muskeln zu denken. Ich habe mich übrigens ebensowenig wie KÖLLIKER[5], der zuerst auf solche Zellen in der Arteria axillaris und poplitäa aufmerksam machte, mit Sicherheit von dem Vorkommen glatter Muskeln in der Innenhaut dieser Gefässe überzeugen können. Dagegen traf ich vereinzelte Muskelzellen in der inneren Längsfaserhaut der Arteria hepatica und lienalis und in der Cruralis an den Theilungsstellen.

Muskelhaut. Die Umbildung des Capillarrohrs in ein arterielles beginnt mit dem Auftreten zerstreuter, querliegender, spindelförmiger Muskelzellen unmittelbar auf dem Endothelrohr, zwischen diesem und der Adventitia.

Die Muskelzellen, die anfänglich nur eine einfache unterbrochene Schichte bilden, nehmen an Zahl allmählig zu und entwickeln sich zu einer selbständigen Lage aus neben und über einander liegenden Zellen. Nach Aussen ist diese Schichte meistens scharf durch die äussere elastische Haut oder durch die Adventitia, nach Innen durch die innere elastische Membran begrenzt.

Muskellos finde ich einen kurzen Abschnitt der Arteria Pulmonalis und Aorta unmittelbar über der unteren Insertion der Semilunarklappen.

1) Allgemeine Anatomie. S. 496.

2) Dessen Handbuch. 5. Auflage. S. 583.

3) Mémoire sur la structure et sur la texture des Artères. Journal de l'Anatomie et de la Physiologie par Ch. Robin 1865, p. 536.

4) VIRCHOW's Archiv. Bd. 36. S. 197. 1866.

5) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. 1, S. 81, 1849.

Manchen Arterien sollen sogar die Muskeln vollständig fehlen. So vermisste Leidig[1] dieselben in der Aorta von Baläna musculus, in der Aorta und anderen starken Arterien bei Raja batis, Spinax niger, Polypterus, in der Basilararterie des Hirns von Scymnus lichia, dessen feine Hirnarterien wieder deutliche Ringmuskeln führen.

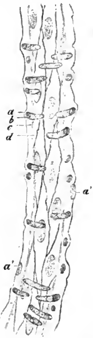


Fig. 46. Kleine Hirnarterien des Menschen. *a* Adventitia, *a'* Kerne derselben. *b* Muskelkerne, *c* elastische Innenhaut, *d* Zellhaut aus spindelförmigen Zellen gebildet.

Mit Ausnahme der grössten Arterienstämme besteht die Muskellage aus einem feinkörnigen, von spärlichen und feinen elastischen Fäserchen durchzogenen, sehr zellenarmen Bindemittel, welches die bald dichter bald zerstreuter liegenden Muskelzellen trägt. Gegen die peripheren Gefässe nimmt die Menge dieser Zwischensubstanz ab, die Muskelzellen rücken einander näher. In den grossen Arterienstämmen Aorta, Pulmonalis, Subclavia, Carotis prävalirt nicht nur diese Zwischenmasse so bedeutend, dass die vereinzelten und kurzen Muskelzellen und kleine Gruppen solcher durch grössere Zwischenräume getrennt sind, sondern es erreicht auch das elastische Gewebe in der Muskelhaut seine grösste Entwicklung. Zu den feinen und engmaschigen elastischen Fasernetzen, welche die fasrig körnige Zwischensubstanz durchsetzen, gesellen sich ziemlich gleichbreite, aus elastischen Bändern und gefensterten Membranen bestehende Lamellen, die in ziemlich gleichen Entfernungen folgend, wie Scheidewände die Muskelhaut in zahlreiche Schichten trennen. Diese Lamellensysteme hängen durch schräge Anastomosen vielfach unter sich zusammen und sind auch in Verbindung mit den feinen elastischen Fasern. Ihre Richtung ist vorherrschend die quere.

Beim Menschen wenigstens findet sich immer eine Schichte ringförmig angeordneter Muskelzellen, die sich aber häufig noch durch schräge oder longitudinale Muskelzüge verstärkt, welche bald innen, bald aussen von der Ringfaserschichte, bald an beiden Orten zugleich verlaufen.

Zerstreute längs und schräg verlaufende Muskelzellen finden sich auch in der Aorta thoracica descendens zwischen den queren Muskelfasern.

Insbesondere sind die in ihrer Lage weniger fixirten grossen Gefässe wie die der Baucheingeweide des Menschen und der Säugethiere, A r t e r i a l i e n a l i s, r e n a l i s, u m b i l i c a l i s und d o r s a l i s p e n i s durch längsverlaufende Muskelbündel ausgezeichnet.

Die Längsmuskeln der Arterien gehören meist der Adventitia, insbesondere ihren inneren und mittleren Lagen an, wo sie übrigens selten eine voll-

6) Dessen Lehrbuch. 1857.

kommene Schichte bilden, sondern nur zu schwächeren und stärkeren Bündeln vereinigt sind. Arteria renalis, lienalis, dorsalis penis. Eine kräftige Längsmuskelschicht deckt die gleichfalls sehr entwickelte Ringfaserhaut der Arterien des Mesovariums der Batrachier. Spärliche kurze Längsmuskelbündel enthält die Adventitia der Schenkelarterie. Nach REMAK[1] finden sich beim Menschen wie bei Säugethieren (Ochs, Schaf, Schwein) an der Aussenfläche des Aortenbogens und des Brusttheils der Aorta kleine Züge longitudinaler Muskeln, die schon mit dem freien Auge als kleine weissliche Klümpchen sichtbar sind[2]. Bei dem Ochsen, Schaf und Schwein konnte REMAK die Längsmuskeln bis in die Arteriae iliacae, beim Schafe in die Arteria pulmonalis und ihre Aeste verfolgen.

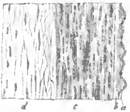


Fig. 47. Querschnitt durch die Arteria basilaris. *a* Endothel, *b* elastische Innenhaut, *c* Muskeln, *d* Adventitia.

In den Bauchgefässen fand REMAK äussere Längsmuskeln nur im Stamm und in den ersten Aesten der Arteria mesenterica sup., splenica und renalis des Ochsen, beim Schaf blos in der Arteria mesenterica. Bei beiden sind die Bündel zu einer dicken, zusammenhängenden Längsschicht verschmolzen.

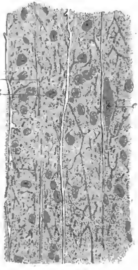


Fig. 48. Längsschnitt durch die Aorta thoracica. *a* elastische Platten. *b* Transversale Muskeln im Querschnitt. *c* Längsmuskeln.

Innere Längsmuskeln traf ich nur als ganz vereinzelte Zellen in der inneren Längsfaserhaut der Arteria hepatica und lienalis und cruralis, vermisste sie dagegen in den übrigen Baucharterien und der Arteria axillaris und poplitaea, wo KÖLLIKER solche gesehen zu haben glaubte.

Eine schmale, aus contractilen Längsfasern bestehende Schichte existirt nach REMAK in der inneren Längsfaserhaut, der Arteria renalis, splenica, hepatica und mesenterica beim Menschen, Ochs, Schaf und Schwein. Diese Muskeln sind jedoch nur auf die Ausflussmündungen und auf die dem Zweige nächste Seite der Stammarterie beschränkt. Beim Ochsen bilden diese Muskeln dicke, stark vorspringende Längsstränge, die an den Rändern grösserer Mündungen mit starken Ringfasern, sich kreuzen, welche nach Art von Sphinkteren die Mündung umkreisen. Durch diese Längsmuskeln werden wahr-

1) MÜLLER's Archiv S. 96. 1850.
2) Ich kann dieselben für das Kalb bestätigen.

scheinlich bei spitzwinkligem Abgange der weniger fixirten Gefässe die Mündungen klaffend erhalten, wenn durch zu starke Verengerung der Ausfluss des Blutes behindert werden sollte. Diese Längsfaserschicht fehlt in den Gefässen, wo wegen der gesicherten Lage und der Stromstärke der Blutsäule jenes Bedürfniss nicht vorhanden ist, wie im Truncus anonymus, der Carotis und Subclavia.

Zerstreute Längsmuskeln beobachtete ich in der Intima an den Theilungsstellen bei spitzwinkligem Abgang der Aeste wie an der Trennung der Art. cruralis und profunda femoris.

Innere und äussere Längsmuskeln finden sich nur in den sehr muskulösen Umbilicalarterien. Die Ringmuskeln werden hier nach Innen von einer zusammenhängenden Lage longitudinaler Muskeln bedeckt, nach Aussen von schmalen Längszügen unterbrochen.

Aeussere elastische Haut und Adventitia. Henle's[1] äussere elastische Haut existirt als selbständige Membran bei den kleineren und mittelstarken Arterien mit wenigen Ausnahmen (Arteria spermatica interna, lienalis, renalis, hepatica, brachialis, cruralis, poplitaea und plantaris).

Die Arteria basilaris, deren Muskelhaut arm an elastischen Fasern ist, entbehrt dieser Membran vollkommen und statt ihrer existirt ein sehr lockeres Netz feiner elastischer Fasern in der Adventitia. Die Arteria dorsalis penis enthält daselbst zahlreiche elastische Netze. Aorta, Axillaris, Carotis, Subclavia und Pulmonalis mit reichentwickelten elastischen Platten in der Muskelhaut entbehren einer eigenen äusseren elastischen Haut.

Ueberall bildet diese Membran eine besonders gegen die Muskeln scharf begrenzte Scheidewand aus einem dichten Netz feiner elastischer Fasern, die nach Aussen mit dem elastischen Netz der Adventitia anastomosiren. Die übrige Adventitia besteht aus sich kreuzenden Bindegewebsbündeln mit elastischen Fasernetzen.

Nach dem Gesagten kann wohl für einzelne Arterien und Arteriengruppen aber keineswegs für sämmtliche arterielle Gefässe der Satz Geltung haben, es sei ein gewisser Antagonismus zwischen dem elastischen Element der Adventitia und jenem der Ringfaserhaut, wie die Arteria basilaris zeigt. Viel häufiger dagegen besteht ein Antagonismus zwischen Muskeln und elastischen Elementen der Ringfaserhaut. Gewinnen in dieser die Muskeln das Uebergewicht, verschwinden die elastischen Fasern und rücken gegen die Adventitia.

Venen.

Die Venen unterscheiden sich von den Arterien durch die geringere Dicke der Wand, die Armuth an elastischen Fasern, die geringe Entwicklung der Muskulatur bei meist starker Adventitia.

1) Allgemeine Anatomie S. 502. — Handbuch der Anatomie des Menschen, III. Bd. S. 73. — Gewebelehre von Kölliker. — Luigi Fasce, Istologia delle arterie e delle vene degli animali vertebrali 1865. Palermo.

Die Zellhaut besteht aus mehr polygonalen und undeutlich spindelförmigen Zellen, die im Allgemeinen kürzer als die entsprechenden Gebilde, bei den Arterien aber desto breiter sind. Ihre Grösse ist nicht in allen Gefässbezirken gleich.

Elastische Innenhaut. Wie die Arterien besitzen auch die Venen unmittelbar unter dem Epithel eine elastische Membran, die schon an feinen Gefässen wahrnehmbar ist. Diese Haut erreicht nie die Mächtigkeit und Festigkeit wie in den Arterien und behält meist den Charakter eines zarten und ziemlichen lockeren Netzes mit vorherrschender Längsfaserung, das nur selten, wie in grossen Stämmen, zu gefensterten elastischen Häuten sich entwickelt.

In der Vena iliaca und cruralis erscheint diese Haut an einzelnen Stellen in zwei zarte Blätter gespalten, welche durch feine elastische Fäserchen miteinander anastomosiren. Ein zartes, undeutlich fasriges Bindegewebe mit längs- und querverlaufenden kurzen Spindelzellen füllt die Lücken dieses Netzes aus.

Die innere Längsfaserhaut, die wie bei den Arterien zwischen der Zellhaut und der inneren elastischen Membran ihre Lage hat, ist bei den Venen viel weniger entwickelt, als bei den Arterien. Mehreren Venen fehlt sie fast vollständig wie denen des Halses, der Vena axillaris, Cava, Mesenterica, Pfortader, V. azygos und den Aesten der Pulmonalvene. Die Dicke dieser Membran correspondirt nicht dem Durchmesser der Gefässe. So entbehrt die Vena cava über und unter der Leber derselben, und erst in der Vena iliaca erscheint sie wieder, und nimmt von hier nach abwärts bedeutend zu, um in der Poplitäa ihre grösste Mächtigkeit zu erreichen. Hier bildet diese Haut auch oft Verdickungen, die schon mit freiem Auge als kleine Höcker und Querleisten sichtbar sind. Gegen die Peripherie nimmt diese Membran dann allmählig ab.

Ihr Bau ist wesentlich der gleiche wie in den Arterien, nur mit dem Unterschied, dass manchmal sehr zahlreiche Muskeln daselbst vorkommen, welche den gleichnamigen Arterien fehlen. So hat schon die Vena cruralis zwischen den Blättern ihrer elastischen Intima schmale Bündel longitudinaler Muskelfasern und die Vena poplitäa in der eigentlichen fasrigen Innenhaut innere Längs- und äussere Quermuskeln.

Muskeln. Nach der Betheiligung der Muskeln an der Bildung der Venenwand lassen sich die Venen in muskellose und muskulöse trennen.

Zu den ersteren gehören:

Die Venen der Pia und Dura mater, die Breschet'schen Knochenvenen, die Venen der Retina, die untersten Abschnitte der in die Cava superior einmündenden Venen des Stammes, Vena jugularis int. und extern. und Vena subclavia, die Venen der mütterlichen Placenta.

Nach der Anordnung der Muskulatur lassen sich die Venen in drei Gruppen bringen.

Venen mit Längsmuskeln: die des schwangeren Uterus.

Venen mit innerer ringförmiger und äusserer longitudinaler Musculatur:

Die Cava in und unter der Leber, die Vena azygos, portalis, hepatica, spermatica interna, renalis und axillaris.

Die dritte Gruppe umfasst die Venen mit inneren und äusseren longitudinalen und mittleren transversalen Fasern: Vena iliaca, cruralis, poplitäa und die Aeste der Mesenterialvenen und Vena umbilicalis.

Eine vierte Gruppe begreift die Venen mit ringförmiger Muskulatur, wozu die Venen der oberen und theilweise der unteren Extremität, die feineren Venen des Halses, Vena mammaria interna und die Venen im Innern der Lunge gehören.

Die Anordnung der Muskeln variirt also in einem und demselben Gefässbezirk. So enthalten die mittleren Aeste der Mesenterialvenen zwei Längsfaserschichten mit einer zwischenliegenden Ringfaserlage, während dagegen die Vena portarum schwache innere Ringmuskeln und ziemlich viel äussere Längsmuskeln besitzt.

Nach der Mächtigkeit der Muskulatur stehen die Venen der unteren Extremität und die Vena umbilicalis oben an, dann folgen die der Baucheingeweide, an welche sich jene der oberen Extremität reihen, welchen die der Brust und des Halses sich anschliessen.

Die entwickeltste Längsmuskulatur findet sich in der Cava unter der Leber, der Iliaca, Pfortader, der Vena renalis und mesenterica.

Der Brusttheil der unteren Hohlvene entbehrt beim Menschen, Ochsen, Schaf, Schwein und Kaninchen der contractilen Fasern, während dagegen der Lebertheil derselben bei den genannten Thieren eine starke Ringfaserschichte besitzt.

In der oberen Hohlvene des Menschen fehlen die Muskeln im Gegensatz zum Rind und Schaf und treten erst in den oberen Aesten der Jugularis communis auf. Hier fehlen auch bei der steilen Lage der Gefässe die Hindernisse, welche den Strom in der unteren Cava erschweren. Dagegen finden sich nach Remak in der Cava sup. des Rindes und Schafes innere quere und äussere Längsmuskeln, eine Einrichtung, die vielleicht durch die verschiedene Haltung des Kopfes bedingt sein mag.

Die Adventitia der Venen besteht aus den gleichen sich kreuzenden Fibrillenbündeln mit vorherrschender Längsrichtung wie die gleiche Membran der Arterien. Im Allgemeinen wächst ihr Durchmesser mit dem der Gefässe, doch giebt es hiervon mehrfache Ausnahmen. Von der Adventitia der Arterien unterscheidet sich die der Venen durch ihre grössere Dicke, die geringe Entwicklung der elastischen Fasern und das Vorkommen longitudinaler Muskeln in gewissen Gefässen. Die äusseren Längsmuskeln gehören fast allein der Adventitia an. Wie gross auch der Reichthum an elastischen Fasern sein mag, bilden dieselben doch nirgends besondere Häute, wie in der Adventitia der Arterien, sondern immer nur ein grobmaschiges Netz mit feinen und gröberen Fasern, die mehr den mittleren und inneren Lagen der Adventitia angehören

und nach Aussen allmählig abnehmen. Zwischen den Muskeln und elastischen Fasern existiren nirgends ausgesprochene Beziehungen.

Die Venenklappen können nicht als eigentliche Duplicaturen der inneren Wandschichten betrachtet werden. Die elastische, feinfasrige Innenhaut überzieht nur die convexe Fläche der Klappe. Das Gewebe dieser ist eine fein fibrilläre Bindesubstanz mit stern- und spindelförmigen Zellen.

Muskeln, deren Vorkommen in den grossen Klappen Wahlgren behauptet, habe ich nie mit Sicherheit constatiren können.

Die sackförmigen, durchsichtigen Anhänge der Venen an der Herzseite der Venenklappen (Vena axillaris, jugularis externa und cruralis, sowie an deren Aesten), welche nach Remak[1] ganz aus Bündeln glatter Muskeln bestehen sollen, finde ich nicht contractil.

Capillaren.

Lebenden, erwachsenen Thieren entnommene und mit der gehörigen Vorsicht untersuchte Capillaren, wie z. B. die Hyaloidea des Frosches in Kammerwasser, scheinen von einer zarten, doppelt conturirten, mattglänzenden Membran gebildet, welcher in ziemlich gleichen Entfernungen ovale Kerne eingelagert sind. Diese Wand ist übrigens nicht structurlos. Schon die Capillaren der Froschhyaloidea scheinen aus einer weichen, mattglänzenden Substanz zu bestehen, die sich in Nichts von der Substanz der feinen Protoplasmafäden der Adventitiazellen unterscheidet. Bei jungen lebenden Thieren, wie den Froschlarven, überzeugt man sich noch häufiger, dass die Capillarwand nicht völlig structurlos ist, sondern dass ihr stellenweise Körnchen eingestreut sind, und dass sie in ihrem Aussehen ganz dem Protoplasma gleicht. Die Wand erscheint hier öfters uneben, mit kleinen Zacken besetzt, oder in feine, theils solide, theils hohle trichterförmige und meist kernlose, spitze Ausläufer verlängert. Die Substanz der letzteren ist fast immer körniger als die der übrigen Membran.

Solche Seitensprossen finden sich auch in erwachsenen Thieren, Stricker[2] sah dieselben in der Nickhaut des Frosches, ich beobachtete sie in der Hyaloidea. Seltener sind solche Fäden als Verbindungsbrücken benachbarter Gefässe. Die Durchmesser dieser Ausläufer bleiben oft weit hinter dem der Stammcapillare zurück und bieten oft nicht einmal hinreichenden Raum für ein Blutkörperchen. Diese Auswüchse, die sich als ächte Vasa serosa und wie die jüngsten Sprossen wachsender Capillaren verhalten, dürften es sehr wahrscheinlich machen, dass auch im erwachsenen Thiere eine, wenn auch beschränkte Gefässneubildung stattfindet.

An vielen und insbesondere stärkeren jungen Capillaren, normalen wie pathologisch neugebildeten, z. B. in der Membrana capsulo-pupillaris dagegen,

1 Ueber contractile Klappensäcke an den Venen des Menschen. Deutsche Klinik 1856. 3. S. 32. 2) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. XII. Bd.

gelingt es schon sofort, die Wand in feinkörnige, spindelförmige Protoplasmahaufen aufzulösen.

An den Capillaren erwachsener Thiere wird ein ähnlicher, zelliger Bau erst durch verschiedene Präparationsmethoden sichtbar. So erkannte Klebs[1] an der mit phosphorsaurem Natron behandelten Harnblase des Frosches die Capillarkerne umhüllt und verdeckt von einer matten Protoplasmaschichte, welche einen länglichen, spindelförmigen Körper darstellt, welcher der Capillarmembran auf- und eingelagert ist. Ziemlich gleichzeitig und unabhängig von einander haben dann Hoyer[2], Auerbach[3], ich[4] und Aeby[5] und später Chrzonszczewsky[6] durch Behandlung mit Silbersalpeter die Capillarwand in kernhaltige Felder zerlegt. Bei der Versilberung färbt sich die Zwischensubstanz der Zellen braun oder schwarz und es treten dadurch deutlich die einzelnen Zellen hervor, welche sich auch mit einer Kalilösung von 35% (Aeby, Eberth) isoliren lassen.

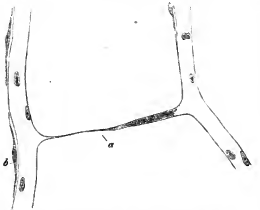


Fig. 49. Capillaren aus der Membrana hyaloidea des erwachsenen Frosches mit einer fadenförmigen soliden Anastomose. *a b* Zellen der Adventitia.

Von mir[7] und Legros[8] wurde dann für die Capillaren fast sämmtlicher Organe der Wirbelthiere, wie für manche Wirbellosen, insbesondere die Cephalophoren und Lamellibranchien ein zelliger Bau der Wand nachgewiesen.

Das von Federn[9] durch Silberbehandlung in und auf den Capillaren erzeugte Netz ist völlig verschieden von dem oben erwähnten und durch die Unregelmässigkeit seiner Maschen ausgezeichnet. Seine Bedeutung ist noch unklar.

Die Gestalt der Capillarzellen ist eine sehr verschiedene. Im Allgemeinen variirt sie mit dem Gefässkaliber.

1) Virchow's Archiv, Bd. 32. S. 172. 1865.
2) Archiv für Anatomie 1865, datirt vom 18. Jan. 3) Breslauer Zeitung 17. Febr. 1865.
4) Sitzungsberichte der physikal. med. Gesellschaft zu Würzburg, 18. Febr. 1865. Medicinisches Centralblatt. Nr. 13. 1865. Ueber den Bau und die Entwicklung der Blutcapillaren. Erste Abhandlung. Würzburger naturwissenschaftliche Zeitschrift, Bd. 6. 1866.
5) Medicinisches Centralblatt Nr. 14. 1865. 6) Virchow's Archiv Bd. XXXV. 1866.
7) l. c. Ueber die Capillaren der Wirbellosen.
8) Legros. Note sur l'épithelium des vaisseaux sanguins. Journal de l'Anatomie et de la physiologie. Cinquième année. 1868, S. 275.
9) Sitzungsberichte der Wiener Academie, LIII. Bd. 1866.

Schmale Capillaren haben mehr spindelförmige Zellen, breite mehr polygonale. Nach Höllensteinbehandlung erscheinen dieselben von leicht welligen Conturen begrenzt, vielfach eingebuchtet und gelappt wie z. B. in den Lungencapillaren des Frosches und der Säuger, in den capillaren Venen der Aderhaut des Kaninchens, in den Capillaren der Cephalophoren. Die dunkeln Conturlinien zeigen auch oft kleinere und grössere knotige Anschwellungen. Viele

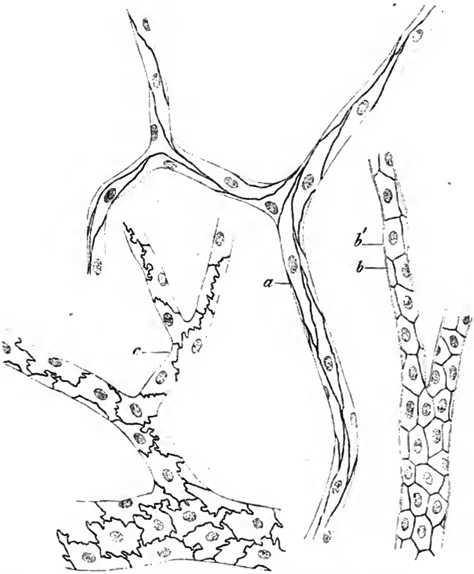


Fig. 50. *a* Schmale Capillaren mit spindelförmigen Zellen aus dem Mesenterium von Leuciscus. *b* Capillaren des Pecten im Vogelauge mit polygonalen Zellen. *b'* Membrana hyaloidea, welche die Capillaren überzieht. *c* Capillaren aus dem Darm der Schnecke mit unregelmässigen gelappten Zellen.

derselben bestehen aus einer weniger gefärbten, von den intensiv gebräunten Kittfäden umgebenen Substanz, vielleicht einer Modification der Zwischenmasse, die durch ihre geringe Reaction gegen Silbersalpeter ausgezeichnet ist.

Die schwächere Färbung kann aber auch von einer geringeren Dicke der Kittmasse herrühren und eine stärkere Färbung dadurch zu Stande kommen,

dass Eiweisstheilchen des ursprünglichen Gefässinhalts in feinen Vertiefungen der Zellhaut haftend bei der Versilberung stark gebräunt wurden.

Dass die dunkeln, die Kerne umspinnenden Linien in der versilberten Gefässwand nicht allein Eiweissniederschlägen in feine, die einzelnen Zellen begrenzenden Furchen ihre Entstehung verdanken, wie Auerbach[1] annehmen möchte, scheint mir durch das Verhalten der Kittmasse in anderen zelligen Membranen ohne vorherige Anwendung des Silbernitrats hinreichend widerlegt.

Ausser den vorhin beschriebenen dunkeln Zwischenstücken finden sich aber auch hellere, verschieden grosse Felder dem Liniennetze eingeschaltet. Dieselben sind meistens rundlich oder leicht gezackt, immer bedeutend kleiner als die benachbarte Zellen und kernlos.

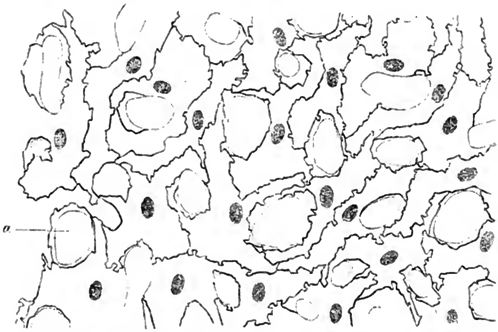


Fig. 51. Capillaren der Froschlunge mit unregelmässigen gelappten Zellen. *a* Gefässmaschen.

In den Blutcapillaren der Säugethiere sind diese Bildungen nicht so häufig, dagegen zahlreicher in den grossen Arterien und Venen und in den Gefässen niederer Thiere, z. B. der Cephalophoren. Manche dieser kernlosen Felder (Schaltstücke, wie sie Auerbach nennt) mögen wohl abgeschnürte Stücke der Gefässzellen sein.

Aber auch in den Zellen trifft man nach Versilberung nicht nur kleine, unregelmässige, dunkle, scharfgerandete Stellen, ähnlich den dunkeln Zwischenstücken.

Die Zahl der dunkeln und hellen Zwischenfelder ist bei den einzelnen Individuen sehr verschieden, und grösser in den Arterien und Venen, als in den Capillaren. Dass dieselben wirklichen Lücken in der Wand (Stomata Cohnheim) entsprechen, ist noch nicht bewiesen.

Um den Austritt von Blutkörpern zu begreifen, ist der Nachweis grö–

1) Virchow's Archiv. XXXIII. 1865. S. 380.

berer Lücken in der Gefässwand nicht nothwendig, sobald man das Gefäss nicht als eine starre, sondern eine aus weichem Material bestehende, elastische und poröse Membran betrachtet. Wären die Lücken so grob, so müssten auch gröbere Farbtheilchen an den verschiedensten Orten die Gefässwand passiren. Dies ist aber keineswegs der Fall. Wir sehen wohl feine Farbkörnchen[1] durch die Gefässwand treten, aber nicht leicht solche von dem Durchmesser farbloser Blutkörper. Diese dagegen accommodiren sich vermöge ihrer Weichheit und Elasticität den feinen, nicht sichtbaren Poren der Gefässmembran und verlassen durch dieselben das Rohr, um dann wieder ihre ursprüngliche Gestalt anzunehmen.

Dieser Austritt ist jedoch kein einfach passiver Prozess, ähnlich der Filtration von Colloidsubstanz, womit er nach Hering[2] am ehesten verglichen werden könnte. Durch die Contractilität der Zellen kann derselbe vielmehr in der verschiedensten Weise beeinflusst werden. Alles, was die active Beweglichkeit der Zellen hemmt oder begünstigt, wird von Einfluss auf die Extravasation der Zellen sein (Hering).

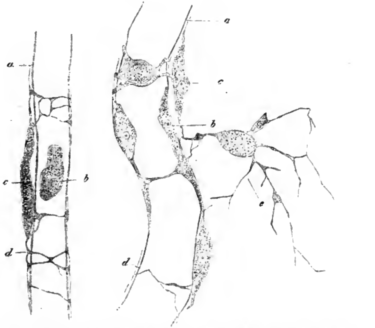


Fig. 52. Capillaren der Hyaloidea des Frosches. *a* Capillarwand, *b* Kern derselben, *c* Adventitiazellen, *d* die Capillarwand umspinnende Ausläufer der letzteren, *e* mit den Adventitiazellen anastomosirende sternförmige Zelle.

1) W. Reitz. Sitzungsberichte der Wiener Academie. Bd. LVII. 1868.
2) Wiener Sitzungsberichte. Bd. LVII. 1868.

Die feineren Capillaren bestehen nur aus dem Zellrohr oder dem röhrenförmigen Protoplasma. Gegen die stärkeren Haarröhrchen tritt eine zarte Adventitia auf, die in der Hyaloidea des Frosches, einer für diese Untersuchung besonders geeigneten Localität, nach Iwanoff's[1] und meinen eignen Untersuchungen aus einem zarten Netz feiner Fäserchen gebildet wird, welche die Ausläufer sternförmiger, der Gefässwand dicht aufliegender Zellen sind. Jede dieser Zellen besteht aus einem grossen länglichen, von einer äusserst zarten Protoplasmaschichte umgebenen Kern.

Chrzonszczewsky[2] sah an versilberten Capillaren die Zellen aus ihrem Zusammenhang gelöst und die äussere Wand der Capillare über die Rissstelle sich fortsetzen. So wenig sich auch gegen das Vorhandensein einer Capillarventitia in andern Organen einwenden lässt, so muss ich doch bemerken, dass obiger Befund aus Gründen, die ich hier nicht erörtern kann, für die Existenz einer Membran nicht unter allen Umständen beweisend ist.



Fig. 53. *a* Eine stärkere Capillare der Froschhyaloidea mit membranöser, kernhaltiger Adventitia *b*.

Zwischen den Capillaren der Froschhyaloidea finden sich noch vereinzelte sternförmige Zellen mit runden Kernen und einem schmächtigen in viele Ausläufer verlängerten Protoplasma. Oft anastomosiren diese mit den Fortsätzen der eigentlichen Adventitiazellen. Gegen die feinen Arterien und Venen wird das circumcapillare Netz immer dichter, und bald tritt an seine Stelle eine zarte, quergefaltete, mitunter in Form von kleinen Blasen abgehobene, kernhaltige Membran.

Dass diese Capillarscheide ein Lymphraum, wie Iwanoff annimmt, ist nach der ganzen Anlage kaum wahrscheilich[3]. Zahlreiche Versilberungsversuche an der membranösen Adventitia der stärkeren Hyaloideagefässe, in der Absicht unternommen, dadurch eine zellige Zeichnung hervorzurufen, haben mir stets ein negatives Resultat geliefert.

Eine ähnliche kernhaltige Membran bildet die äusserste Bekleidung der gröberen Capillaren, Arterien und Venen des Hirns, Rückenmarks und der Retina des Menschen. Durch Silbersalpeter lassen sich in ihr unregelmässige, platte, oft miteinander verschmolzene Zellen nachweisen. Bei passender Behandlung werden diese auch isolirt erhalten. Diese Lage mag als äusseres Gefässepithel oder wohl noch besser als Gefässperithel bezeichnet werden.

Die Zahl der auf einem Querschnitt eines Capillar-

1) Medicinisches Centralblatt. Nr. 9. 1868.

2) Virchow's Archiv. Bd. XV. S. 172. 1866.

3) Von den Capillaren des Pecten im Vogelauge beschrieb ich früher (erste Abhandlung) eine zarte, doppelt conturirte, den structurlosen Membranen gewisser Drüsen-

rohrs liegenden Zellen ist mit einzelnen Ausnahmen weniger von der Grösse der Zellen als der Gestalt derselben abhängig, weil die Grösse der Zellen in den Capillaren dem Gefässkaliber correspondirt. Im einfachsten Fall findet sich eine spindelförmige, zusammengerollte Zelle, deren Seitenflächen sich berühren und deren Spitzen den Raum zwischen den Enden benachbarter Zellen ausfüllen. Die Capillaren im Vogelpecten, selbst die feinsten, besitzen kleine polygonale Zellen in der Länge und Breite von ziemlich gleichem Durchmesser. Nur da und dort, besonders in den grösseren Gefässen, sind die Zellen von deutlicher Spindelform.

Was die Substanz der Zellen betrifft, so ist dieselbe in dem Centrum um den Kern herum immer reichlicher und deutlich körnig, gegen die Ränder dagegen fast ganz hell und zu einer dünnen Platte verschmächtigt. Die Capillarzellen des Vogelpecten dagegen sind selbst im Profil nur undeutlich spindelförmig, also auch in den Randtheilen nahezu von der gleichen Dicke wie im Centrum und bestehen aus einem feinkörnigen Protoplasma mit einem einfachen oder getheilten Kern, dessen Inhalt häufig in Form eines rundlichen Ballens ähnlich einem grossen Kernkörperchen von der Hülle des Kerns sich ablöst.

Nur einzelne Gefässbezirke machen hiervon eine Ausnahme. Es gehören hierher die Lebercapillaren der Säuger und Amphibien, die Choriocapillaris Ersterer, die Hyaloidea des Frosches, junge Capillaren in Froschlarven und pathologisch neugebildete.

An jenen ist mir bei wiederholter Untersuchung nur an einzelnen Stellen der Nachweis von Capillarzellen geglückt; statt ihrer fand ich spindelförmige oder verästelte, kernhaltige Wandpartien von feinen punktirten Linien oder von unterbrochenen Linien begrenzt. In der Choriocapillaris und der Hyaloidea des Frosches fand ich nur in einzelnen gröberen Capillaren spindelförmige oder polygonale Zellen, in anderen keine Spur davon.

Zur Deutung dieses Befundes lassen sich nur drei Möglichkeiten finden, entweder bestand die Capillarwand nie aus Zellen, oder wenn dies der Fall, gingen sie mehr oder weniger vollständig durch Verschmelzung zu Grunde, oder die Capillarwand hat sich nur unvollkommen in Zellen gegliedert.

Wenn bei wiederholten Versuchen nur in den stärkeren und älteren Capillaren, selten in den jüngsten, ein zelliger Bau nachweisbar ist, wird der Schluss erlaubt sein, dass eben nicht alle Capillaren gleich gebaut sind, dass dieselben nicht sämmtlich Intercellularröhren sind. Wenn von einer Capillarwand ein anfangs solider, kernhaltiger oder kernloser Fortsatz sich erhebt, der allmählig sich verlängert, hohl wird und mit dem Lumen der eigentlichen

---

schlauche ähnliche Adventitia. Ich habe mich jetzt an Querschnitten des Pecten überzeugt, dass die scheinbare Adventitia nur die Hyaloidea ist, welche den ganzen Pecten überzieht, und indem sie genau den Gefässen folgt, bei Flächenansichten eine vollkommene Adventitia vortäuscht.

1) Eberth. Zur Histologie der Blutgefässe, Virchow's Archiv. Bd. XLIII. S. 136. 1868.

Capillare in Communication tritt, so ist derselbe im günstigen Fall ein trichterförmiger Auswuchs einer Zelle, aber er ist kein Intercellulargang. In vielen Fällen, so bei Froschlarven, finden sich solche Auswüchse an Capillaren, die keine Spur eines zelligen Baus mit Höllenstein erkennen lassen, während dagegen in den älteren Gefässen ein solcher mit Leichtigkeit hervortritt. Muss man nicht consequenter Weise schliessen, dass die mit Ausläufern besetzte Capillarwand ähnlich zusammengesetzt sei, wie die trichterförmigen Ausstülpungen, dass sie, wie Stricker sagt, Protoplasma in Röhrenform sei?

Die Capillarwand ist sowohl in jungen, wie in erwachsenen Thieren contractil. Stricker[1] sah nicht nur die Capillaren der Froschlarven, sondern auch die der Nickhaut des Frosches so weit sich verengern, dass nicht einmal ein Blutkörperchen mehr passiren konnte. Von der Wand der Nickhautcapillaren sah er endlich kleine buckelartige Auftreibungen sich erheben, die dann wieder verschwanden. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass durch solche Contractionen Blutkörperchen in die Capillarwand gepresst und schliesslich durch dieselbe hindurchgetrieben werden.

Cavernöse Gefässe. Lakunäre Blutbahnen. Gefässplexus.

Die cavernösen Gefässe kommen dadurch zu Stande, dass die Gefässwand sich auflockert und in ein schwammiges Gewebe umbildet, oder dass sie gegen das Lumen fadenförmige und membranöse, unter einander verbundene Auswüchse treibt, die sich entweder als ein spongiöser Beleg auf der Innenfläche der Wand erhalten, oder ein das ganze Lumen durchsetzendes Netzwerk bilden. Das Gleiche wird erreicht durch zahlreiche und rasch folgende Anastomosen ungleich weiter Gefässe. Die ursprüngliche Gefässwand wird so zu dünnen Bälkchen und Plättchen von verschiedener Dicke rarefizirt, die bald aus einfach zelligen Fädchen, bald aus sämmtlichen Bestandtheilen der Gefässwand gebildet werden.

An den Arterien sind diese Bildungen selten. Die sogenannte Carotidendrüse des Frosches gehört hierher. Hier trägt die stark muskulöse Wand der Carotis nach innen ein Balkennetz mit verschieden grossen Lücken, die unter sich und mit dem Hauptlumen communiciren. Diese Balken sind einfache Auswüchse der Gefässwand mit überwiegend schräg und longitudinal verlaufenden, spindelförmigen Muskelzellen. Dass diese quergestreift, wie Leydig behauptet, kann ich nicht bestätigen, wohl aber sind sie kräftiger, wie die übrigen Gefässmuskeln.

Eine ähnliche Bildung findet sich nach Retzius in der Lungenarterie und der Aorta der Meerschildkröte.

Das Gerüste cavernöser Venen besteht bald aus einfachen Bindegewebsbälkchen wie im Sinus cavernosus, bald enthält es ausser der Bindesubstanz

1) Bd. LI und XII. Wiener Sitzungsberichte.

noch Gefässe und der Länge nach verlaufende und anastomosirende Muskelbündel, wie in den cavernösen Körpern der Genitalien. Das Gefässendothel bildet die innerste Auskleidung dieser Bluträume.

Die cavernösen Capillaren wiederholen im Kleinen die Verhältnisse der cavernösen Venen. In der Lunge der Schnecken sind die Bluträume von feinen, kernhaltigen Bälkchen eines zarten homogenen Bindegewebes durchsetzt, denen ebenso vollständig wie in den grossen Lungengefässen und dem Herzen eine zellige Bekleidung mangelt[1].

In den Kiemen der Krebse dagegen ist das Gerüste der Bluträume aus Zellen gebildet, deren äussere verbreiterte Enden unmittelbar der Cuticula anliegen und die sogenannte Chitinogenschichte bilden, während der birnförmige oder keulenförmige Zellkörper, welcher den Kern birgt, der Achse der Kiemenfiedern zugewendet ist und der Wand der grösseren Kiemengefässe adhärirt. Zwischen diesen Zellen bleiben rundliche, mit einander communicirende Lücken, in denen das Blut strömt. Eine besondere, die Bluträume begrenzende Membran fehlt. Häckel[2], Leydig[3], Eberth[4].

Aehnliche lacunäre Blutbahnen finden sich nach Wilh. Müller in der Milz der Säuger.

Bei der Wundheilung entstehen feinere und gröbere, wandungslose, intercelluläre Blutbahnen zwischen den Granulationszellen. Sie stellen anfänglich ein intermediäres Netz plasmatischer Canäle dar, welches von den Arterien aus durch Lücken in der aufgelockerten Gefässwand gespeist wird und in ähnlicher Weise in die Venen mündet. Ein Theil dieser plasmatischen Gänge erweitert sich später zu wirklichen Blutgefässen, deren Wand durch Verschmelzen der die Blutbahn begrenzenden Zellen gebildet wird, während die Mehrzahl derselben zu Grunde geht. (Thiersch[5]).

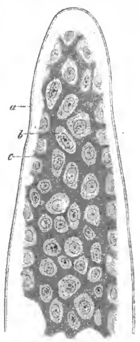


Fig. 54. Kiemenfieder des Flusskrebses. *a* Cuticula, *b* die keulenförmigen Zellen, *c* lacunäre Blutbahnen zwischen denselben. Flächenansicht.

Dem cavernösen Gewebe nahe verwandt sind gewisse Gefässplexus, welche sich auch häufig, wie in den Papillen des Hahnenkamms, zu wirklichen, cavernösen Räumen entwickeln. Von diesen Gefässgeflechten ist insbesondere ein vor der Steissbeinspitze des Menschen gelegenes, durch gewisse Eigenthümlichkeiten

1) Semper Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie 1856. Eberth Blutgefässe der Wirbellosen.

2) Müller's Archiv 1857. 3) Dessen Lehrbuch. 1857. S. 385. 4) l. c. 5) Artikel Wundheilung in Pitha's und Billroth's Handbuch der Chirurgie. S. 553 u. 555.

des Baues ausgezeichnet, welchen es auch hauptsächlich die von seinem Entdecker Luschka[1] gegebene Bezeichnung »Steissdrüse, Nervendrüse« verdankt.

Dieses Geflecht bildet einen höchstens 2,5 Millim. grossen, runden oder leicht ovalen, prallen Körper von blassrother Farbe und einer glatten, leicht höckrigen Oberfläche. Statt dieses einfachen Körpers finden sich mitunter 3—6 kleinere mohnsamen- oder hirsekorngrosse Klümpchen, welche durch lockeres Zellgewebe vereinigt, feinen Zweigen der Arteria sacralis media aufsitzen.

Nach ihrem Entdecker bestehen diese Gebilde aus einem fibrillären Bindegewebe mit zahlreichen oblongen Kernen, welches abgeschlossene, rundliche Blasen und einfache oder verästelte, leicht varicöse Schläuche enthält, die aus einer zarten, structurlosen Grundmembran mit einem epithelähnlichen Beleg runder oder leicht polygonaler Zellen gebildet werden, deren Stelle bei Neugeborenen ein wirkliches Flimmerepithel einnimmt. Der grosse Reichthum dieser vermeintlichen Drüse an Nerven, insbesondere an sympathischen Fasern und ihre Lage an dem unteren Ende des sympathischen Grenzstrangs schien es zu rechtfertigen gegenüber der Hypophysis — dem cerebralen Pol dieses Nerven — dieselbe als den analen Pol aufzufassen und als Nervendrüse zu bezeichnen.

Luschka's Angaben wurden später, soweit sie das Vorkommen von Drüsenblasen und Schläuchen betreffen, von Krause bestätigt[2].

Arnold[3] dagegen bestritt den drüsigen Bau des fraglichen Organs und bewies, dass die drüsigen Körper von der Arteria sacralis media aus injicirbar sind und dass sie nur ampulläre und spindelförmige Erweiterungen lateraler und terminaler Aeste der genannten Arterie darstellen — wahre Plexus arteriosi coccygei.

Diese Gefässsäcke, die sich als kleine partielle, wahre Aneurysmen schon im Verlauf der Arteria sacralis media finden und in grösserer Zahl die eigentliche Steissdrüse zusammensetzen, bestehen nach Arnold aus einer bindegewebigen Umhüllung, welche eine Lage concentrisch geschichteter und schräger Muskeln bekleidet, auf welche nach innen eine zarte, structurlose, den gefensterten, elastischen Häuten ähnliche Membran folgt. Spindelförmige und polygonale, an ihren Rändern häufig sich deckende Zellen bilden die innerste Lage — den epithelähnlichen Beleg der Drüsenblasen und Schläuche Luschka's. Die bindegewebige Zwischensubstanz dieser ist reich an Muskeln, die nach den verschiedensten Richtungen verlaufen und an der Oberfläche eine vollkommene Schichte bilden.

1) Steissbeindrüse oder Nervendrüse des Beckens. Archiv für pathologische Anatomie und Physiologie. Bd. XVIII, 106. 1860. Der Hirnanhang und die Steissdrüse des Menschen. Berlin 1860. Anatomie des menschlichen Beckens. Tübingen 1864. S. 187.

2) Zeitschrift für rationelle Medicin. 3. R. X, S. 293. Anatomische Untersuchungen. Hannover 1860. S. 98.

3) Archiv für pathologische Anatomie. XXXII, S. 293. 1865. S. 434. XXXV. 1866. S. 220. XXXIX. 1867.

Später constatirt Arnold analoge Bildungen, theils Gefässsäcke, theils Wundernetze im Verlauf der mittleren Sacralarterie bei dem Hund, der Katze, der Fischotter, dem Eichhörnchen, Kaninchen, Ratte, Pferd, Rind, Schwein.

Durch Krause und Meyer[1] wurden dann Arnold's Beobachtungen in der Hauptsache bestätigt, zugleich das Vorkommen eines mehrschichtigen Epithels im Innern der Gefässsäcke constatirt, die Analogie dieser mit der Carotidendrüse des Frosches hervorgehoben und dieselben als Caudalherzen gedeutet.

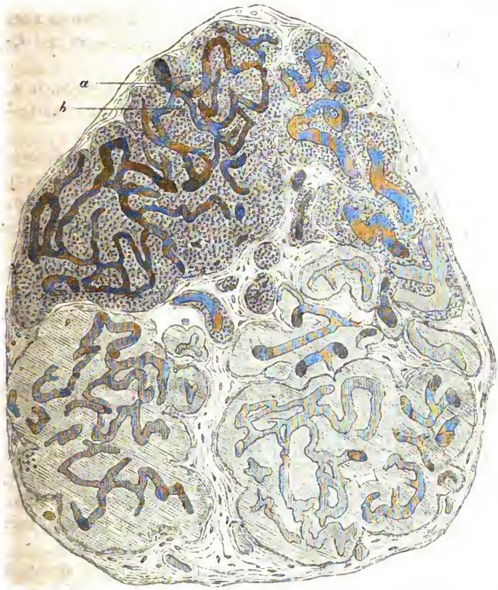


Fig. 55. Durchschnitt einer natürlich injicirten Steissdrüse. *a* Gefässe. *b*. Zellenhaufen.

Neuerdings hat Sertoli[1] den Gegenstand wieder aufgenommen. Seine Resultate sind von denen seiner Vorgänger abweichend. Er findet das Stroma der sogenannten Steissdrüse aus einem derben, fasrigen, von Bündeln glatter Muskeln durchzogenen, kernreichen Bindegewebe gebildet, welches rundliche und längliche Schläuche enthält, in deren aus longitudinal verlaufenden Bindegewebsfasern bestehenden Wand höchstens einzelne Muskelzellen eingebettet

1) Zeitschrift für rationelle Medicin XXVIII.
2) Archiv für pathologische Anatomie. XLIII. S. 380.

sind. Diese Schläuche werden ausgefüllt von polygonalen Zellen, die in mehrfacher Schichtung eine oder mehrere central gelegene Capillaren, oder, was seltener der Fall, auch feine Arterien oder Venen umgeben. Diese Gefässe sind meistens von normalem Kaliber, seltener erweitert und dann wahrscheinlich Artefacta.

Nach eigener Anschauung muss ich die Steissdrüsse als ein Geflecht bald gleichweiter oder leicht dilatirter, bald sackförmig ausgebuchteter Gefässe erklären, welche in einem bindegewebigen Stroma liegen, dessen zahlreiche runde, ovale und spindelförmige Zellen gewiss nur zum kleinsten Theile glatte Muskeln sind. Die Mehrzahl dieser Gefässsäcke finden sich an den Capillaren und Venen, seltener an den Arterien.

Ihre Zahl und Mächtigkeit ist oft so bedeutend, dass wirklich cavernöse Räume entstehen, und die Zwischensubstanz auf ein äusserst zartes Gerüste reducirt wird.

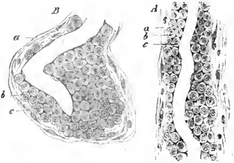


Fig. 56. *A* Zellige Gefässscheide aus dem Plexus coccygeus. *a* Bindegewebe mit zerstreuten Zellen und Kernen, *b* runde und polygonale Zellen unmittelbar auf der Capillarwand *c*. *B* Eine Capillare des Plexus coccygeus mit sehr zellenreicher Gefässscheide. Bezeichnung wie in Fig. *A*.

Um diese Gefässe herum und unmittelbar angrenzend an ihre zarte zellige Innenhaut, die sich in Nichts von jener der gewöhnlichen Capillaren unterscheidet, liegen rundliche und längliche Haufen leicht polygonaler Zellen, die nirgends durch eine besondere structurlose Membran, sondern durch eine längsfasrige Bindegewebslage begrenzt sind. Viele Capillaren sind oft auf eine grössere Strecke von einer einfachen Lage dieser Zellen ringsum eingefasst, welche wieder von einer fasrigen, kernreichen Adventitia bedeckt wird.

Kleine Gruppen jener Zellen liegen auch entfernter von den Gefässen in der Zwischensubstanz. Man wird darum auch die grossen Zellenhaufen nur als reichlichere Anhäufungen der zerstreut vorkommenden, als zellige Gefässscheiden betrachten müssen.

Mit der grösseren Entwicklung der Gefässsäcke nimmt die Mächtigkeit dieser Zellhaufen ab.

Einige Male fand ich in den Zellenhaufen geschichtete, den in der Thymus vorkommenden Körnern ähnliche Bildungen.

An Nerven ist das intervasculäre Gewebe der Steissgeflechte sehr reich. Ganglienzellen, welche Luschka beobachtet haben will, konnte ich so wenig wie Krause und Arnold constatiren.

Ebensowenig ist es mir bis jetzt geglückt, die von Luschka beschriebenen, knopfförmigen, den Pacinischen Körperchen oder Endkolben ähnlichen Nervenenden zu sehen. Sie sollen 0,8 Millim. breit sein und eine membranöse, dicke, fasrige Hülle mit zahlreichen Längskernen besitzen.

Da ein drüsiger Bau in der sogenannten Steissdrüse nicht nachweisbar ist, dieselbe vielmehr aus einem reichen Geflecht bald normaler, bald spindel- oder sackförmig erweiterter, hauptsächlich capillarer Gefässe mit zelliger Scheide besteht, wird dieselbe von nun an als Plexus vasculosus coccygeus zu bezeichnen sein, und den carotischen Gefässflechten der sogenannten Carotisdrüse am oberen Ende der Carotis communis des Menschen und der Säugethiere an die Seite gestellt werden müssen.

Capitel IX.

Das Lymphgefässsystem.

Von

Prof. F. v. Recklinghausen.

In Folge des Druckes, unter welchem das Blut durch das Blutgefässsystem der einzelnen Organe hindurchströmt, werden die Gewebe derselben fortwährend mit seröser Flüssigkeit durchtränkt, welche theils zur Ernährung, theils zur Bereitung der Secrete dient. Diese Gewebsflüssigkeit bedarf der fortwährenden Erneuerung, eines raschen Wechsels, wenn sie nicht im Austausch mit den sehr differenten Gewebselementen, die sie umspült, rasch ihre Zusammensetzung ändern soll. Der neue Uebertritt von Flüssigkeit aus dem Blute in die Gewebe würde aber mit dem Momente, wo der Druck der letzteren dem Blutdruck nahe gekommen ist, aufhören, wäre nicht eine beständige Abfuhr der Gewebsflüssigkeit mittels eines Canalsystems vorhanden, welches von den die Gewebe speisenden Blutgefässen so weit gesondert existirt, dass die in letzteren vorhandenen Drucke sich in das Canalsystem nicht direct, d. h. mit voller Kraft fortpflanzen können. Diese Canäle, die Lymphgefässe, bilden daher ein eigenes System für sich, welches in den Geweben selbst wurzelt, es steht mit den Blutgefässen nur in so weit in Verbindung, als es 1) mittelbar aus denselben die Flüssigkeit bezieht, welche in ihm strömt und 2) dieselbe schliesslich mittels seiner Endröhren wiederum in die Blutgefässe zurückliefert. Der Anfang des lymphatischen Apparats steht mit den Capillargefässen, in welchen die Blutflüssigkeit unter einem hohen Druck steht, das Ende desselben dagegen mit den Hauptstämmen des Venensystems, also derjenigen Theile der Blutbahn, in welchen der Blutdruck das Minimum, fast 0 erreicht, in Verbindung.

Der Unterschied zwischen dieser und jener Druckgrösse bildet eine wesentliche Ursache der Strömung der Lymphe, und je grösser dieser Unterschied, desto schneller ist der Lymphstrom; das Lymphgefässsystem erborgt seinen Inhalt, wie seine Triebkraft zum grössten Theil dem Blutgefässsystem,

und in so fern darf man dasselbe als ein Anhängsel, gleichsam eine Nebenschliessung des Blutgefässapparates betrachten.

Auf die Abhängigkeit des lymphatischen Systems von den Blutgefässen deutet schon der Umstand, dass im Allgemeinen in einem Organ das lymphatische System um so stärker entwickelt ist, je reicher dasselbe an Blutgefässen (Schleimhäute, seröse Häute, äussere Haut, Drüsen); allerdings giebt es aber noch Organe, welche sich durch einen ganz besonderen Reichthum an Lymphgefässen auszeichnen, indem sie in hervorragender Weise der Resorption dienen (Magen- und Darmschleimhaut, Centr. tendin. des Zwerchfells).

Das gesammte lymphatische System können wir in zwei Abschnitte zerfällen, 1) denjenigen Abschnitt, welcher die Flüssigkeit enthält, die unmittelbar, nachdem sie aus den Blutgefässen ausgeschwitzt, die einzelnen Elemente der Organe umspült, die interstitiellen Safträume, und 2) das System der Abzugscanäle, die eigentlichen Lymphgefässe. Diesen zweiten Abschnitt wollen wir hier zunächst betrachten, da seine Structurverhältnisse schon im weitern Maasse bekannt sind.

Die Abzugscanäle oder Lymphgefässe im gewöhnlichen Sinne stimmen in ihrer Form, Anordnung und in dem Bau ihrer Wandungen im Allgemeinen mit den Blutgefässen überein. Sie bilden in den meisten Organen Netzwerke, welche um so dichter sind, je reichlicher die Gewebe mit Blutgefässen durchzogen sind; jedenfalls kommen sie nur gleichzeitig mit Blutgefässen vor und Gewebe, welche der Blutgefässe entbehren, führen auch keine eigentlichen Lymphgefässe (Hornhaut, Glaskörper, Epithelgewebe). Sie bilden im Allgemeinen, wie die Blutgefässe, cylindrische Röhren, nur an gewissen, später zu besprechenden Stellen sind sie spaltenförmig gestaltet und stellen dann nicht selten Scheiden dar, welche andere Gebilde umgeben. Man kann von den Lymphgefässen die kleinsten Bezirke und Zweige, die Lymphcapillaren, welche sich zwischen das System der Blutcapillaren einschieben, und die grösseren Lymphgefässe, welche aus den Organen hervortreten und schliesslich zu den Hauptsammelcanälen zusammenfliessen, unterscheiden.

Diese grossen Lymphgefässe stellen bei den Säugethieren und Vögeln durchweg Röhren dar, deren Wandungen in ihrem Bau mit denen der Blutgefässe übereinstimmen; man kann in ihnen eine an elastischen Fasern sehr reiche, mit einem einschichtigen Plattenepithel besetzte Intima, eine fast nur aus muskulären Elementen bestehende Media und eine aus gewöhnlichem lockerem Bindegewebe gebildete Adventitia unterscheiden; die Media erreicht nicht die Mächtigkeit wie in den Arterien, stimmt aber darin überein, dass ihre Muskelfasern quer verlaufen. Im Ganzen sind aber die Lymphgefässe nicht so dickwandig wie die Arterien, schliessen sich hinsichtlich des Verhältnisses zwischen der Wanddicke und dem Durchmesser des Lumen vielmehr den Venen an. — Die Form der Lymphröhren der Vögel und Säugethiere wird eine eigenthümliche, von der der Blutgefässe etwas abweichende dadurch, dass so zahlreiche Klappen, ähnlich den Venenklappen, in ihnen vorhanden sind.

Unmittelbar über jeder Klappe ist das Gefäss jedesmal etwas weiter als unmittelbar unterhalb, nicht selten bildet auch jene Stelle eine abgegränzte Ausbuchtung. In Folge dieser Einrichtung ist die exact cylindrische Form an den Lymphgefässen nur auf kleinen Strecken vorhanden, welche klappenfrei sind, an den klappenreichen Stellen wird die Gestalt eine variköse oder rosenkranzförmige. Die Klappen bestehen ebenso wie die Venenklappen nur aus Duplicaturen der Intima.

Wesentlich anders ist die Anordnung und der Bau der grossen Lymphcanäle bei den Amphibien. Hier bilden sie auch nicht annähernd cylindrische Röhren, sondern S p a l t e n, welche die Zwischenräume zwischen den einzelnen Organen einnehmen. Werden sie durch Lymphstauung oder durch künstliche Injection stärker als normal gefüllt, so schwellen sie zu grossen Säcken an, welchen eine bestimmte regelmässige Form schon deswegen nicht zukommt, weil sie nur interstitielle Lücken darstellen. Eine selbständige, dickere Wandung, welche als solche von den umgebenden Theilen zu trennen wäre, kommt ihnen im Allgemeinen nicht zu, die Fascien und die an der Oberfläche der Organe gelegenen Verdichtungen des Bindegewebsgerüstes sind es, welche sie der Hauptsache nach begränzen, indem ihre dem Binnenraum zugekehrte Oberfläche mit einem einschichtigen Plattenepithel bekleidet ist. Nur die rein bindegewebigen Scheidewände, welche die einzelnen Lymphräume von einander trennen, können als ihnen zugehörig betrachtet werden. Die Lymphsäcke bilden hiernach Höhlen ganz ähnlich der Peritoneal- und Brusthöhle. Jedoch existirt ein Unterschied; die Lymphsäcke communiciren mit einander mittels mikroskopischer Oeffnungen in ihren Scheidewänden, und bilden somit ein zusammenhängendes Höhlensystem. Da die Lymphsäcke selbstständiger Wandungen fast ganz entbehren, so fehlen ihnen auch musculöse Elemente, welche im Stande wären, zur Beförderung des Lymphstromes zu dienen. Dafür treten aber an gewissen Stellen des Lymphsystems der Amphibien besondere contractile Organe in rythmische Thätigkeit, die von J. Müller entdeckten L y m p h h e r z e n, von denen die hinteren, neben dem Kreuzbein gelegenen die Lymphe in die vena ischiadica, die vorderen in einen Ast der vena jugularis einpumpen; sie bestehen hauptsächlich aus quergestreiften, kurzen Muskelplatten.

Diese Eigenthümlichkeiten in dem Bau und der Anordnung der grossen Lymphgefässe der Amphibien gegenüber denen der übrigen Wirbelthiere sind von grossem Interesse. Sie weisen zunächst darauf hin, dass dem Lymphsystem eine grosse Variabilität zukommt, jedenfalls eine viel grössere als dem Blutgefässsystem. In der That, dieses Schwankende in der Anordnung tritt uns nicht nur in den differenten Thierklassen, sondern in einer und derselben Thiergattung, nicht nur in den grösseren Hauptstämmen, sondern auch in den kleineren lymphatischen Gebieten immer wieder entgegen. Die Zahl und Grösse der Hauptstämme eines Organs, einer Extremität des Menschen z. B. ist eben so wenig constant wie die Art ihrer Vertheilung; selbst in einem und

demselben Organ fallen die Injectionspräparate nicht selten ganz verschieden aus, sehr deutlich zeigen aber die Injectionen desselben Organs nahestehender Thiergattungen so grosse Differenzen, dass man nur im Allgemeinen den lymphatischen Anordnungen der einzelnen Localitäten einen bestimmten Charakter zuschreiben kann[1]. So bestimmte Typen, wie sie den arteriellen und capillaren Blutgefässsystemen in den einzelnen Organen zukommen, lassen sich an den Lymphgefässen nur in unvollständiger Weise demonstriren, nur der Gesammtgehalt der einzelnen Organe an Lymphcanälen hat etwas Charakteristisches. Dieses Schwanken in der Anordnung des lymphatischen Systems spricht sich auch noch in manchen Eigenthümlichkeiten, welche sich an gewissen Stellen der kleineren Lymphbahnen vorfinden, aus; so sehen wir an Stellen, wo die Lymphgefässe ausserordentlich dicht liegen, auch bei Säugethieren nicht selten wirkliche Spalten, als ob ein Zusammenfluss dieser der Fläche nach angeordneten weiten Lymphbahnen stattgefunden hätte; wir treffen statt paariger Lymphröhren, welche die Blutgefässe begleiten, nicht selten förmliche Scheiden, welche diese Blutgefässe ganz oder zum grössten Theil umgeben (so z. B. an den Chylusgefässen im Mesenterium der Maus, Brücke); man hat in diesem Falle auch bei Säugethieren dasselbe Verhältniss wie an den Lymphsäcken der Amphibien.

Noch ein anderer Umstand wird verständlich, wenn wir berücksichtigen, dass gewisse Abschnitte des Lymphsystems der Amphibien nicht die Gestalt von Röhren besitzen, sondern scheidenartige, spaltenförmige Hohlräume darstellen. Sie sind nämlich, wie wir oben sahen, in dieser Hinsicht den serösen Säcken analog, und um so wichtiger ist es, dass letztere mit dem Lymphsystem in der unmittelbarsten Beziehung, in offener Communication stehen und einen ganz übereinstimmenden Inhalt führen (s. u.).

Endlich kehrt dieselbe Gestaltverschiedenheit auch in den kleinsten Lymphgefässbezirken, den Lymphcapillaren, wieder. Selbst bei Säugethieren treffen wir in gewissen Organen Spalten, welche die Wurzeln der Abzugsröhren darstellen, in den allermeisten Organen auch bei den Amphibien sind die Lymphcapillaren aber Röhren. Die Spalten richten sich in ihrer Form nach den Gewebstheilen, Drüsenkanälen etc., welche sie scheidenartig umgeben, die capillaren Röhren sind bis zu den feinsten Zweigen noch mit varicösen Buchten versehen, diese Ausbuchtungen liegen sehr häufig in den Knotenpunkten der Netze, und setzen meist so plötzlich an, dass quer verlaufende Vorsprünge in das Lumen des Gefässes hineinragen, welche wiederum so gerichtet sind, dass sie gewissermassen Klappen bilden. Oft treten diese Ausbuchtungen sehr rasch hinter einander auf, namentlich die aus den Capillarbezirken abführenden Lymphröhren, und diese machen dann den Eindruck wie eine Röhre, welche aus einer Reihe von bauchigen Flaschen, von denen jede mit ihrem Halse in den Boden der nächstfolgenden eingeschoben ist, sich

---

1) Vgl. die Zeichnungen in L. Teichmann's Saugadersystem. Leipzig 1861.

zusammensetzt (s. Fig. 57). An der Stellung jener Vorsprünge kann man leicht erkennen, welche Richtung der Lymphstrom in dem betreffenden Gefäss genommen hat, indem sie so angeordnet sind, dass sie eben so wie die Klappen in den grossen Lymphgefässen einer rückläufigen Strömung sich entgegenstemmen.

Von besonderem Interesse ist die Anordnung der capillaren Lymphgefässe in Beziehung zu den Blutgefässen. Die grösseren Lymphröhren verlaufen bald unmittelbar neben den Arterien und Venen, bald ziehen sie isolirt dahin; in dieser Beziehung existirt nichts Constantes. Für die kleineren und die capillaren Lymphröhren lässt sich dagegen die Regel aufstellen, dass sie von den Bluthaarröhren möglichst weit entfernt verlaufen. Am leichtesten lässt sich dieses Verhältniss in den membranös ausgebreiteten Organen feststellen, in welchen Blut- und Lymphcapillarnetze in einer Fläche ausgebreitet sind; hier liegen die Knotenpuncte des Lymphnetzes fast immer in den Mittelpuncten der Maschen des Blutcapillarnetzes und umgekehrt. Es bietet diese Anordnung offenbar die zweckmässigste Art der Drainage. Alle Flüssigkeit, welche aus den Blutcapillaren ausschwitzt, muss zuerst das Gewebe passiren, um in die Lymphcapillaren zu gelangen; so lange jene Transsudation dauert, findet eine fortwährende Durchspülung des gesammten Organgewebes statt. Lägen dagegen die lymphatischen Abzugsröhren unmittelbar neben den Blutcapillaren, wäre nicht das gesammte Gewebe zwischen die Lymph- und Blutröhren eingeschoben, so würde in den abseits gelegenen Gewebstheilen die Flüssigkeit leicht stagniren und nicht beständig gewechselt werden. — Noch ein anderes Verhältniss ist unter diesen Gesichtspunkt zu bringen. In den Membranen, welche eine freie Oberfläche haben, an der sie mit einem Epithel bedeckt sind, in den Schleimhäuten, den serösen Häute, der äusseren Haut, finden wir ganz constant die Lymphcapillaren tiefer gelegen, als das Blutcapillarnetz. Während Letzteres ganz dicht bis unter das Epithel emporsteigt, dringen die Lymphcapillaren nicht bis in das oberste bindegewebige Stratum ein. Man erkennt dieses Verhältniss am leichtesten in der Schwimmhaut des Frosches, einer Duplicatur der äusseren Haut, in welcher die Lymphgefässe fast nur in die mittlere bindegewebige Schicht eingebettet sind, während jede der beiden dünnen Hautplatten selbst das Blutcapillarnetz führt. Dasselbe zeigen sehr frappant die Zotten des Dünndarms; das eigentliche Zottengewebe ist nur in seinen peripherischen Schichten mit einem dichten Blutcapillarnetz durchwoben, enthält dagegen ganz im Innern nahe der Axe meist nur ein einfaches (Kaninchen, Rind, Hammel, Mensch) Chylusgefäss, bisweilen aber auch mehrfache anastomosirende Lymphcapillaren (Hund, Hammel, Rind). Wenn aus den Lymphgefässinjectionen, welche Teichmann in einer an Elephantiasis erkrankten Haut gemacht hat (s. Untersuch. Taf. VI Fig. 4), ein Schluss auf die normalen Lymphcapillaren gemacht werden darf, so liegen auch in den Cutispapillen die Lymphcapillaren genau central, während die Blutcapillaren die peripherischen Schichten durchziehen. Auf den ersten Blick muss es auffällig

erscheinen, dass die Lymphcapillaren auch in solchen Organen, welche zur Resorption bestimmt sind, eine so tiefe Lage haben, wie z. B. die Chylusgefässe im Zottenparenchym; dieses Verhältniss deutet wohl darauf hin, dass die Hauptrolle bei der Darmresorption dem Zottengewebe selbst zufällt, dass auch hier die centralen Chylusgefässe nur Abzugsröhren darstellen. Die Function, welche der Wurzel der Pflanze zufällt, ist wahrscheinlich dem Zottenepithel und Zottenparenchym zugewiesen, die Chylusgefässe stehen dagegen den Gefässen und Fibrovasalsträngen der Pflanze analog; käme ihnen direct die Fähigkeit aufzusaugen zu, so wären sie jedenfalls hierzu geschickter, wenn sie möglichst oberflächlich lagerten.

Nachdem wir die Form und Anordnung der Lymphcapillaren kennen gelernt haben, wenden wir uns jetzt zu der Frage nach ihrem Bau, einer Frage, welche in neuerer Zeit ganz besonders studirt wurde und eine verschiedene Beantwortung gefunden hat. Sind sie mit einer besondern Wand versehen, wie die Blutcapillaren, oder entbehren sie derselben und stellen sie somit nur Ausgrabungen, Lücken der einbettenden Gewebe dar? Die Chylusgefässe der Zotten waren es vorzugsweise, für welche die Entscheidung dieser Frage von grossem Interesse war. Der Chylus, welcher bei fettreicher Nahrung gebildet wird, verdankt seine weisse Farbe seinem Gehalt an zahllosen, allerdings äusserst feinen Kügelchen, welche wahrscheinlich aus Fett bestehen; dieselben Fettkügelchen trifft man zur Zeit der Resorption in dem Zottenparenchym, so wie in den Epithelzellen. Sie dringen also höchst wahrscheinlich als ungelöste Tröpfchen durch die Epithelschicht in das Zottengewebe und dann weiter in die centrale Chyluscapillare. Es müssen daher die Bahnen, welche in der Peripherie der Zotten von diesen Kügelchen passirt werden, in den centralen Chylusraum offen übergehen, und so schien die Annahme am einfachsten, dass eine besondere trennende Wandschicht überhaupt nicht vorhanden ist (Brücke). Auf der anderen Seite erkannte man allerdings bei der mikroskopischen Untersuchung einen doppelten, nicht nur einen einfachen Contur an dem centralen Chylusraum und den feinsten Lymphcapillaren im Schwanz der Froschlarve und schloss daraus auf die Anwesenheit einer homogenen Membran (Kölliker); man sah an Injectionspräparaten die eingeführte Masse die Lymph- und Chyluscapillaren prall erfüllen, ohne dass ein Uebertritt derselben in das umgebende Gewebe stattgefunden hatte und glaubte sich um so mehr berechtigt zu der Behauptung, dass sie durch eine schützende Wand vollkommen in derselben Weise geschlossen wären, wie die Blutcapillaren (Teichmann, Frey). In der That lässt sich nun eine besondere Wandschicht, an den Chylus- und Lymphcapillaren, am leichtesten mittels der Methode der Versilberung, nachweisen (Recklinghausen). Injicirt man eine Silberlösung in die Lymphgefässe bis zu den Capillarbezirken, oder imprägnirt man die Gewebe mit derselben, so erscheinen in den Lymphcapillaren feine schwarze Linien (s. Fig. 57), welche meistens stark geschlängelt erscheinen, sie schliessen polygonale, nicht selten rhombische Felder ein und sind in allen Eigenthümlichkeiten mit den Silber-

linien der verschiedensten Epithelgewebe identisch. Schon in den aus den Lymphcapillaren hervortretenden, etwas grösseren Zweigen werden die Netze der Silberlinien gestreckt, die eingeschlossenen Felder spindelförmig und stimmen alsdann mit den Silberzeichnungen an der Innenfläche der grossen Lymph- und Blutgefässe überein. Da letztere, wie sich leicht nachweisen lässt, mit Sicherheit von dem einschichtigen Plattenepithel, welches die Intima bekleidet, herrühren, da sie ferner in die Zeichnungen der Lymphcapillaren continuirlich übergehen, so folgt auch für letztere, dass sie eine Epithelschicht

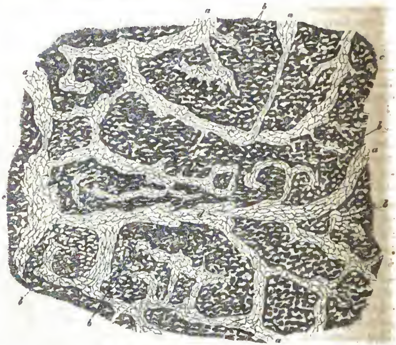


Fig. 57. Centrum tendin. des Kaninchen von der Thoraxseite mit Silber behandelt. *a* Lymphcapillaren mit den Conturen der Epithelzellen, *b* erste Anfänge derselben, *c* Bindegewebe mit Saftcanälen, *d* flaschenförmige Auftreibungen. Vergr. 60.

tragen. In der That gelingt es nicht selten durch eine nachträgliche Carminbehandlung in jedem einzelnen Feld auch der Lymphcapillaren einen ovalen Kern deutlich zu machen. Ferner kann man aber auch, wenn man wenige Stunden nach dem Tode die Darmzotten abreisst, bisweilen solche antreffen, aus welchen eine aus Epithelplatten bestehende, central verlaufende weite Röhre hervorhängt.

Es kann hiernach keinem Zweifel mehr unterliegen, dass auch die Lymphcapillaren wenigstens in den bis jetzt auf diesen Punct hin unter-

suchten Organen (serösen Membranen, Darmwandungen, Zwerchfell, sowohl musculösem, wie tendinösem Theil, der Nickhaut des Frosches) mit einem einschichtigen Plattenepithel ausgekleidet sind. Insofern besitzen sie also eine besondere Membran, allerdings aber nicht eine homogene, structurlose, wie man früher ohne Weiteres behauptete, auch nicht eine geschlossene, wie wir weiter unten sehen werden.

Ich selbst glaubte früher, nachdem mir der Nachweis des Epithels in den Lymphcapillaren gelungen war, hierdurch einen wesentlichen Unterschied von den Blutcapillaren, deren Wand man bis dahin als homogen bezeichnete, gefunden zu haben. Als später von anderer Seite mittels der Versilberung gezeigt wurde, dass auch die Blutcapillarwand wenigstens gewisser Organe aus epithelartigen Zellen besteht, musste diese Unterscheidung fallen.

Die Lymphcapillaren sind hiernach in der That den Blutcapillaren analog gebaut (s. das Capitel über die Blutgefässe). Man hatte diese Analogie deswegen bestritten, weil man die Blutcapillarröhren auf lange Strecken aus gewissen Organen, dem Gehirn z. B., mit Leichtigkeit isoliren kann, während eine solche isolirte Darstellung der Lymphcapillarwand nur schwierig gelingt. Noch in neuerer Zeit hat Frey geschlossen (Handbuch S. 427), dass, »während bei den Blutcapillaren diese Wandung gegenüber dem angrenzenden Gewebe ihre Selbstständigkeit behauptet, sie in den Lymphgefässen mit jenen verschmilzt.« Ich glaube, dass man sich hüten muss, anzunehmen, dass die Blutcapillaren in allen Organen so isolirbare, also selbstständige Röhren bilden, wie im Gehirn; in manchen Drüsen, der Leber z. B., um von der Milz nicht zu sprechen, ist eine Isolirbarkeit der Blutcapillarwand ebenfalls nicht vorhanden.

Nachdem nun die Frage: besitzen die Lymphcapillaren eine besondere Wandung oder nicht? eine Beantwortung im positiven Sinne gefunden, konnte es scheinen, als ob sich hiermit die oben erwähnten Erscheinungen bei der Chylusresorption nicht vereinigen lassen; sie verlangen ja, dass das Lumen der Chyluscapillaren gegenüber dem Schleimhautgewebe nicht geschlossen sei. Hierzu wird es aber auch schon genügen, wenn die Wand nicht überall aus fester Substanz besteht, wenn sie Oeffnungen enthält. Bis in die neueste Zeit hat man allerdings gewöhnlich ohne Weiteres angenommen, dass die Epithelschichten mit Ausnahme des Drüsenepithelium zum Schutz der unterliegenden Gewebe dienten und daher durch die innige Verbindung der zusammensetzenden Zellen mit einander zu einem festen, geschlossenen, nur für Lösungen durchgängigen Gewebe gebildet wären. Seitdem man die Endapparate der Sinnesnerven in den Epithelialstrata, seitdem man in neuester Zeit becherförmige Organe, welche als solche zum Schutze gewiss wenig geeignet sind, aufgefunden hat, ist das Epithelgewebe allmählig in der Achtung der Histologen mehr gestiegen, und es hat gegenwärtig nichts Befremdendes mehr, wenn man gerade in den Epithelgeweben nach ganz besonderen Einrichtungen forscht. Gewiss müssen wir daher a priori schon einräumen, dass möglicherweise auch die Epithelauskleidung der Chylus- und Lymphcapillaren gegenüber dem der übrigen Lymphgefässe noch ganz besondere Eigenthümlichkeiten besitzt, welche zu der Aufnahme von Substanzen aus dem umgebenden

Gewebe in Beziehung stehen und mindestens zu Zeiten den Durchtritt erleichtern. Jedenfalls sind aber schon jetzt an gewissen Lymphgefässen Oeffnungen erkannt, durch welche kleine Körper auch während des Lebens in das Lumen aufgenommen werden. Sie wurden zuerst am Centrum tendin. des Zwerchfells nachgewiesen (Recklinghausen). Spritzt man Säugethieren Milch, Blut oder Flüssigkeiten, welche unlösliche (daher nicht Carmin) Farbstoffkörnchen suspendirt enthalten, in die Bauchhöhle, so bekommt man eine schöne Füllung der Lymphgefässnetze des Centr. tend. Drückt man von der Thoraxseite her einen Korkring gegen das Centrum tend., befestigt ein Stück des letzteren auf ihm mit Nadeln und excidirt dasselbe, so erhält man die Oberflächen desselben in vollständig unverletztem Zustand; bringt man jetzt einen Tropfen Milch auf dasselbe, so kann man unter dem Mikroskop die Aufnahme der Milchkügelchen in die Lymphgefässe direct beobachten; die Milchkügelchen laufen nach bestimmten Puncten zusammen, hier entstehen Strudel, indem sie in die unter der Oberfläche gelegenen Lymphgefässe eintauchen. Die Oeffnungen, durch welche das Eintauchen geschieht, haben nur für 2—3 Milchkügelchen Platz, sind rundlich, bisweilen kreisrund und stellen, wie die nachträgliche Silberbehandlung ergiebt, Lücken zwischen den Epithelzellen dar. Sie führen meist senkrecht in die Lymphgefässe, indem sie unmittelbar über ihnen liegen, häufig sind sie aber auch jenseits des Lymphgefässrandes angebracht, bisweilen sogar um den halben Querdurchmesser eines Lymphgefässes entfernt, so dass dann ein Kanal in schiefer Richtung zu dem Lymphgefäss führt. Ueber die Grösse einer Epithelzelle gehen diese Oeffnungen (Stomata) nie hinaus. Das reiche Lymphgefässnetz des Centr. tendin. mit diesen weiten Stomata dient offenbar zur Aufnahme der Bauchhöhlenflüssigkeit, in welcher, der Lymphe analog, contractile Zellen vorhanden, die ihrer Grösse nach noch im Stande sind, jene Stomata zu passiren. Beim Frosch, der des Zwerchfells entbehrt, liegen, wie Schweigger-Seydel und Dogiel fanden, ähnliche Oeffnungen in den der Bauchhöhle zugekehrten Wandungen der Cisterna lymphat. magna. Dybkowsky konnte ferner beim Hunde mittels Resorption von gefärbten Flüssigkeiten aus der Pleurahöhle die Lymphgefässnetze der Pleura füllen und fand an Injectionspräparaten Oeffnungen zwischen den Epithelzellen. Nach diesen Erfahrungen lässt sich schon jetzt erwarten, dass auch im Pericardium und wohl auch in den Hirnhäuten ähnliche Einrichtungen aufzufinden sind, und dass somit alle serösen Höhlen eine sehr innige Beziehung zu dem Lymphgefässsystem haben.

Man hat nun weiter in manchen Epithelschichten auch an Stellen, wo gerade nicht Lymphgefässe der Oberfläche nahe treten, mittels der Silberbehandlung scharf gezeichnete Lücken zwischen den Epithelzellen deutlich gemacht und dieselben jenen notorischen Stomata angereiht. Oedmansson hat dieselben zuerst an dem serösen Epithel beschrieben, His auf die Anwesenheit derselben in dem Epithelstratum der Chylusgefässe und der Peyer'schen Follikel aufmerksam gemacht, Ludwig, Schweigger-Seydel und Dybkowsky das

Vorkommen derselben an der Pleura und dem Peritoneum bestätigt und insbesondere nachgewiesen, dass dieselben auch in dem kleinzelligen Epithel, welches auf der Peritonealfläche des Centr. tend. gerade über dem Verlauf der Lymphgefässe lagert, reichlich auftreten. Sie sind von den übrigen Stomata dadurch unterschieden, dass sie viel kleiner sind, nur die grössten von ihnen erreichen den Durchmesser eines rothen Blutkörperchens, man trifft sie ganz vorzüglich in den Puncten, wo mehrere Epithelzellen zusammenstossen. Ich kenne diese Lücken schon seit der ersten Zeit, als ich mit Silber zu arbeiten anfing, habe dieselben aber seitdem in so wechselvollen Verhältnissen angetroffen, dass ich bis heute über sie noch nicht im Klaren bin. Bei recht frisch und mit möglichster Schonung (in situ) hergestellten Silberpräparaten trifft man auf weiten Strecken oft gar keine, dann sind sie wieder zahlreich vorhanden, ohne dass der Behandlung ein Vorwurf gemacht werden könnte; aber läugnen lässt sich allerdings nicht, dass sie schon einige Stunden nach dem Tode oder in Folge mechanischer Zerrung und sonstiger unzweckmässiger Behandlung der Präparate immer zahlreicher hervortreten, offenbar weil die Epithelien gelockert worden sind. Das Wechselvolle ihres Erscheinens an ganz frischen Präparaten könnte sich daraus erklären, dass sie passagere Gebilde sind, dass sie zu gewissen Zeiten, bei gewissen Schwellungszuständen der Unterlage des Epithels sich öffnen, bei anderen sich wiederum schliessen. Jedenfalls ist aber der strenge Beweis, dass sie Oeffnungen darstellen, noch nicht beigebracht; noch Niemand hat gezeigt, dass feste Partikelchen durch sie hindurchpassiren können.

Ganz in derselben Weise muss ich mich auch über dieselben Zeichnungen aussprechen, welche in den Lymphgefässen versilberter Präparate oft in ganz zierlicher und regelmässiger Weise, meist in den Knotenpuncten der Epithelconturen, hervortreten, bald fehlen, bald grade an den gelungensten Präparaten erscheinen. Ich habe versucht, dieselben constant zu erhalten, und gemäss der obigen Argumentation gehofft, dieses zu erreichen, indem ich das Centr. tendin. mehrere Stunden in verdünntem Pericardialtranssudate liegen liess und sein Gewebe dadurch möglichst reich an indifferenter Flüssigkeit machte — indess ohne die Lücken in dem Lymphgefässepithel so regelmässig und so constant machen zu können, wie es mir nach den obigen und den später folgenden Auseinandersetzungen dringend wünschenswerth war. Die gegenwärtige Sachlage ist also dahin zu bezeichnen, dass Stomata in gewissen Lymphgefässcapillaren mit voller Sicherheit nachgewiesen sind, dass Oeffnungen, mindestens zeitweilig auch an anderen Lymphcapillaren (besonders in resorbirenden Membranen) sicherlich existiren müssen, dass aber bisjetzt noch nicht zu entscheiden ist, ob die von Oedmansson, His u. A. beschriebenen Lücken derartige Stomata darstellen.

Wir kommen jetzt zu der Hauptfrage, der Frage nach der Beziehung der Lymphgefässe zu dem umgebenden Gewebe. Giebt es in letzterem bestimmte Bahnen, auf welchen das aus dem Blut Transsudirte in die

Anfänge der Lymphcapillaren übergeleitet wird, oder verhält sich in dieser Beziehung das einbettende Gewebe etwa gleich der Descemet'schen Membran, in welcher Canäle und Poren so gross, dass sie mit unseren heutigen mikroskopischen Hilfsmitteln sichtbar gemacht werden könnten, nicht existiren? Berücksichtigte man die erwähnten Erscheinungen bei der Fettresorption, so erschien es als ein unbedingtes Postulat, dass nicht nur Oeffnungen in der Lymphcapillarwand, sondern auch Gänge in der umgebenden Substanz des Zottenparenchyms existiren, an den sonstigen Lymphgefässwurzeln schien ihre Existenz weniger unumgänglich, da ihr Inhalt (abgesehen von den Lymphkörperchen, welche erst in der Lymphbahn gebildet sein konnten), gewöhnlich keine ungelösten Partikelchen und Tröpfchen führt. Im Zottenparenchym hatte man ferner bisweilen eine netzförmige Anordnung der Chylusmassen wahrgenommen, welche dicht bis unter das Epithel gingen und so lag die Möglichkeit vor, dass gerade in ihnen specielle Einrichtungen existirten, durch welche die Chylusgefässe mit dem Darmlumen in eine directe Verbindung gesetzt würden. Noch in neuester Zeit ist ja von Letzerich behauptet worden, dass ein besonderes mit den becherförmigen Organen im Epithel beginnendes Canalsystem den Chylus in das centrale Zottengefäss überführt; wenn diese Behauptung richtig wäre, so würde es sich wohl um Canäle handeln, analog den oben geschilderten, welche von der Bauchhöhle in die Lymphgefässe des Centrum tendin. führen.

Bis jetzt dauert indess die lebhafte Discussion darüber fort, ob die Lymphgefässe geschlossen sind, oder mit Räumen des Gewebes zusammenhängen, resp. sich aus denselben heraus entwickeln. Die erstere Ansicht hat eine schärfere Formulirung erhalten, seitdem Virchow und Donders die Lehre von den sternförmigen Bindegewebskörperchen aufstellten; da die letzteren in Folge der Verschmelzung ihrer Membranen ein zusammenhängendes Röhrensystem darstellen sollten, ein plasmatisches Gefässsystem, oder, wie Kölliker es nannte, ein Saftröhrensystem, so lag es nahe, und wurde in präciser Weise durch Leydig ausgesprochen, dass dieses Röhrensystem sich einerseits an den Blutcapillaren, andererseits an den Lymphcapillaren inserirte, den unmittelbaren Uebergang zwischen beiden herstellte. Man stützte sich bei dieser Behauptung namentlich auf Beobachtungen im Schwanze der Froschlarven, hier hatte Kölliker mit zackigen Conturen auslaufende lymphatische Gefässe aufgefunden, welche mit sternförmigen, zackigen Bildungen (Bindegewebskörperchen) zusammenhängen. Indem man allen derartigen sternförmigen und zackigen Elementen eine Membran vindicirte, nannte man dies plasmatische System zusammen mit dem Lymphsystem selbst ein geschlossenes. Die Physiologen dagegen und ihnen voran Brücke und Ludwig hielten die Ansicht aufrecht, dass sich die Lymphgefässwurzeln, selbst membranlos, einfach aus den Lücken der Gewebe, aus den sogen. interstitiellen Gewebsräumen entwickeln. Schon Fohmann und vor ihm Mascagni hatten durch Injectionen der Lymphgefässe mit Quecksilber bei Anwendung eines hinreichenden Druckes oft eine so pralle

Füllung der Organe erhalten, dass sie zum Schlusse kamen, es wäre das Gewebe nichts weiter, als ein dichtes Geflecht von Lymphgefässen der Art, dass die festen Gewebstheile nur schmale Balken und Scheidewände zwischen diesen Lymphräumen herstellten. Brücke stützte sich besonders auf die bekannte Erfahrung, »dass bei Injectionen der Blutgefässe, wenn sie kurz nach dem Tode, also so lange die die Gewebe durchtränkende Flüssigkeit, die Lymphe und das Blut, noch nicht geronnen waren, gemacht wurden, nicht selten theils die ganze Injectionsmasse, theils der flüssige Theil derselben durch die Lymphgefässe zurückkehrte, so dass diese vollständiger angefüllt wurden, als es sonst durch viel Fleiss und Mühe geschehen konnte.« Ludwig und Tomsa haben alsdann bei ihren Injectionen die leimhaltige Füllungsmasse bis in die äussersten Lymphbahnen des Hodens des Menschen und Hundes getrieben: die Masse füllte nahezu den ganzen zwischen den Hodenkanälchen gelegenen Raum aus, folgte den letztern überall und lag also in Räumen, welche fast continuirliche, spaltenförmige Scheiden um die Drüsengänge bildeten; die benachbarten Spalten waren von einander durch ganz schmale bindegewebige Wände getrennt, in welche die Blutgefässe verliefen; im Kleinen war also das Verhältniss dasselbe wie an den Lymphsäcken der Amphibien. Allerdings lag die Vermuthung nahe, dass derartige Bilder durch Zerreissung, durch sogen. Extravasation entstanden waren und in der That ist dieser Einwand auch von den Gegnern der Brücke-Ludwig'schen Ansicht gemacht, ja von Langer ist sogar gezeigt worden, dass im Hoden des Frosches die Lymphgefässe nicht derartige Einscheidungen bilden, sondern dieselben aus Röhren bestehenden Netze, wie überall sonst die capillaren Lymphgebiete. Dennoch kann nicht bezweifelt werden, dass in den Hoden vieler Säugethiere die Lymphröhren schliesslich häufig in Lymphspalten übergehen. Ludwig und Tomsa haben ferner versucht, auch in andern Organen (Zunge, Nieren) solche interstitielle Lacunen und ihren Zusammenhang mit den Lymphgefässen nachzuweisen. — Aus dieser Darlegung der beiden einander gegenüberstehenden Ansichten ergieht sich, dass sie noch in einem Punct von einander abweichen, welcher besonders hervorgehoben zu werden verdient. Die anastomosirenden Bindegewebskörperchen sollen ein Netz bilden, dessen Knotenpuncte den Stamm jedes Körperchens darstellen würde, die Balken des Netzes wären Hohlcylinder; ihre Form wäre also im Ganzen dieselbe wie die der Lymphgefässe selbst. Dagegen würden die interstitiellen Gewebsräume in ihrer Form von der Gestalt der Gewebselemente (Drüsencanäle, Fasern etc.) abhängen, zwischen welchen sie lagern, sie würden in der Form und Grösse variiren, im Allgemeinen aber, da bei weitem die meisten Gewebe aus cylindrischen oder kugeligen, also an ihrer Oberfläche convexen Elementen bestehen, Spalten (d. h. Räume, deren Querschnitt nicht kreisförmig wie bei einer Röhre, sondern lang gestreckt ist, einen sehr kleinen und einen andern relativ grossen Durchmesser besitzt) darstellen. Gerade auf diese Spaltenform ist von Ludwig ein besonderes Gewicht gelegt worden. Bei dem Uebergang derselben in die

eigentlichen Lymphröhren würde hiernach die Lymphbahn plötzlich eine rasche Gestaltveränderung erfahren.

Diesen beiden Ansichten gegenüber habe ich alsdann eine dritte aufgestellt, welche mit allen Thatsachen in Einklang zu bringen ist. Sie läuft im Wesentlichen darauf hinaus, dass die Bindegewebsmassen, mögen sie allein ein Organ aufbauen, oder interstitiell zwischen den specifischen Gewebselementen eingeschoben sein, von feinen Canälen, den Saftcanälchen, durchzogen sind, welche in offener Communication mit den Lymphgefässen stehn. Diese Canäle bilden in vielen Organen Netze, so dass Bruchstücke von ihnen sternförmig verzweigt ganz ähnlich den Bindegewebskörperchen erscheinen; die Bindegewebskörperchen sind aber nicht, wie Virchow, Kölliker und Leydig vermutheten, etwa selbst mit den Wandungen der Lymphgefässe verwachsen, sondern im Lumen der Saftcanälchen gelagert, so dass sie von hier aus in das Lumen der Lymphgefässe hineingelangen können; die Saftcanälchen sind ferner nicht mit einer besonderen Wand versehen, also nicht Röhren, daher wohl von den Saftröhren Kölliker's zu unterscheiden, vielmehr nur Ausgrabungen in der übrigen Bindegewebssubstanz, sie stellen aber — und darin weicht meine Ansicht von der Brücke-Ludwig's ab — auch nicht einfache Spalten dar, wie sie zwischen den specifischen Bausteinen des Bindegewebes direct übrig bleiben, sondern die Interstitien der Faserbündel und der Lamellen des Bindegewebes sind, mit einander durch eine verklebende, homogene, festere Substanz verkittet, in welcher erst die Saftcanälchen eingegraben sind. Ihre Gestalt und Anordnung ist allerdings von der Form der Interstitien nicht unabhängig, aber doch nicht damit ohne Weiteres identisch, vielmehr eine eigenthümliche, und aus der Anordnung der specifischen Organelemente nicht unmittelbar zu bestimmende. Meine Ansicht will also nicht zugeben, dass die Anfänge der Lymphgefässe überall Spalten darstellen, wie Ludwig meint, auf der anderen Seite aber auch nicht, dass sie durch Membranen gebildete, geschlossene Röhren sind, wie die Anhänger des Ursprunges aus den Bindegewebskörperchen behaupten.

Färbt man frische bindegewebige Organe durch Imprägnation mit Silberlösung, so nimmt nur die feste Substanz die Farbe an, Lücken und Canäle des Gewebes bleiben frei, die Lymphgefässe und Blutgefässe erscheinen als ungefärbte Bahnen scharf hervorgehoben, im Bindegewebe selbst treten gewöhnlich sternförmige ungefärbte Figuren hervor, nach dem eben Angegebenen offenbar auch Lücken, aber allerdings nicht leer, sondern in ihnen lagern noch die durch jene Behandlung undeutlich gewordenen Bindegewebszellen. His hat behauptet, die Silberfiguren der Hornhaut fallen mit der Gestalt der Zellen zusammen, mit andern Worten, die feste Substanz hat nur Höhlungen, welche genau den Zellen mit ihren Ausläufern correspondiren. Indess lässt man die Hornhautkörperchen in ihrer ganzen Ausdehnung mit allen Ausläufern durch mehrstündiges Liegen in der feuchten Kammer (jedenfalls die zuverlässigste Methode, um dieselben deutlich zu machen) hervortreten, so sind

die Verzweigungen ihrer Ausläufer immer noch spärlich, die Communicationen der feinsten Aeste nur mühevoll aufzufinden, während die Silberfiguren ein ganz dicht geflochtenes Netzwerk darstellen; die sternförmigen Hornhautkörperchen decken sich also nicht mit den Silberfiguren. Ferner aber sieht man die beweglichen Zellen der Hornhaut die Substanz nach allen Richtungen durchwandern in der Regel, ohne dass sie sich an die Ausläufer der unbeweglichen, sternförmigen Hornhautkörperchen halten, was sie bisweilen sehr deutlich thun; mit den Räumen, in welchen letztere lagern, müssen also noch Canäle in Verbindung stehen, welche durch Protoplasma der Zellen nicht ausgefüllt sind. Allerdings hat nun W. Engelmann, da die Wandungen nach allen möglichen Richtungen geschieht, den Schluss gezogen, dass die Zellen ungehindert zwischen den Bindgewebsfibrillen laufen, dieselben auseinanderdrängen. Hiergegen sprechen andere Umstände. Bei genauer Beobachtung sieht man, dass die Fortbewegung der wandernden Zellen doch nicht ganz beliebig nach allen Richtungen geschieht, sie schnüren sich an gewissen Stellen ein und diese Einschnürung bleibt an derselben Stelle, während das einzelne Körperchen sich hindurchschiebt, sie stossen auf ein Hinderniss und müssen dasselbe umgehen — allerdings, ohne dass die einschnürende und behindernde Substanz auch noch so zart sichtbar wäre. Ferner müsste aber, wenn wirklich die Hornhaut, resp. das Bindegewebe (abgesehen von den Zellen) nur aus Fibrillen mit Zwischenflüssigkeit bestände, bei einer Injection von ungelösten Massen mittels Einstich das ganze Gewebe, nach den Fibrillen, resp. in der Hornhaut nach den Lamellen zerklüftet werden und doch erhält man hier annähernd cylindrische Canäle (Bowman's corneal tubes), welche oft ganz deutliche Netze bilden. Gewiss sind letztere, wie sie nach der Injection sich darstellen, in einer sehr unnatürlichen Form, colossal dilatirt, aber deswegen dürfen sie doch nicht ohne Weiteres als »Kunstproducte« über Bord geworfen werden, sie zeigen vielmehr, da ihre Formen aus der Anordnung der Fibrillen nicht hergeleitet werden kann, darauf hin, dass in der interfibrillären und interlamellären Substanz nicht nach allen Richtungen eine gleiche, sondern eine ungleich vertheilte Dichtigkeit, eine weiche, flüssige Masse und ein festeres, Widerstand leistendes Material vorhanden sein muss. In den Wegen, welche die Injectionsmasse einhält, liegen, wie die mikroskopische Untersuchung zeigt, die Hornhautkörperchen, jene müssen also wohl mit den natürlichen Lagerungsstätten der Zellen identisch sein; dann aber folgt, dass diese Lücken, wenigstens nach gewissen Richtungen hin enorm dilatirbar sind und deshalb eine schützende Membran wohl kaum besitzen können. Berücksichtigt man alle Thatsachen, so kommt man, so viel ich sehe, unabweislich zu der Erklärung, dass in den festeren bindegewebigen Organen, Hornhaut, Sehnen, Fascien, Cutis, die Spalten zwischen den Bindegowebsfasern oder Faserbündeln nicht einfach mit Flüssigkeit gefüllt sind, sondern grösstentheils eine solidere Kittsubstanz enthalten, dass aber in dieser solideren Kittsubstanz eben so wenig auch nur Höhlungen als Matrizen für die Zellen existiren, sondern Netze

bildende, wandungslose Canäle, welche zum Theil durch die Zellen, zum Theil und zwar in wechselnder Quantität von Flüssigkeit, dem Gewebssaft, erfüllt werden.

Diese Saftcanäle treten, da das Silber bei richtiger Application nur die festen Substanzen färbt, als farblose Züge ebenso wie Lymph- und Blutgefässe hervor, um so breiter, um so leichter bis in ihre feinsten Zweige zu verfolgen, je stärker sie im Moment der Silberimprägnation mit Flüssigkeit gefüllt sind. An dem Mangel an letzterer liegt es, wenn die Netze unvollständig erscheinen, wenn von ihnen hauptsächlich nur die weiteren Stellen, diejenigen, in welchen die Bindegewebskörperchen lagern, zum Vorschein kommen. Die Saftcanälchen haben aber in den verschiedenen Organen eine sehr differente Form. Als deutliche Netze annähernd cylindrischer Canäle erscheinen sie in den derben, oben angeführten bindegewebigen Organen, die Netze richten sich in ihrer Form nach der Stratification derselben, in den Sehnen und faserigen Organen z. B. sind die Maschen derselben sehr lang gestreckt, entsprechend dem Zuge der Fasern, in der Hornhaut sind sie in Flächen ausgebreitet, welche zwischen den Lamellen lagern, und stehen durch relative spärliche, letztere in schräger Richtung durchsetzende Aeste mit einander in Verbindung. In dem weichen, interstitiellen und einhüllenden Bindegewebe, dem Perimysium z. B., erscheinen die Canäle ausserordentlich weit, besonders stehen die Dilatationen sehr dicht, das feste die Canälchen bettende Gewebe erscheint gegenüber jenen Organen sehr verringert. Endlich in den ganz weichen Organen unmittelbar an den Oberflächen, den oberflächlichsten Schichten der Gelenkkapseln, der serösen Membranen, der Darmschleimhaut, sind die festen Massen auf schmale Wände reducirt, welche die Zellen tragenden, sehr dicht stehenden Lücken nur unvollständig von einander abgränzen. Alle diese verschiedenen Formen bilden die Stufenleiter eines und desselben Typus, deren Endglied auf der einen Seite die Form des Cylinders, auf der andern Seite die Spaltenform bildet, aber jede von ihnen stellt nicht den Hauptrepräsentanten dar, und es ist daher am unverfänglichsten, die Bezeichnung Canal zu wählen, da sie in Bezug auf die Form nichts Bestimmtes aussagt.

Gegen die Deutung, welche ich den Silberpräparaten gebe, hat man seit der Einführung der Versilberungsmethode allerhand Zweifel vorgebracht; ich kannte all' diese Zweifel, da ich selbst früher mit ihnen zu kämpfen hatte, hatte aber auch aus meinen vielfältigen Versuchen den Schluss ziehen können, dass all' jene verzerrten Bilder, wie sie von den Gegnern der Methode geliefert und besprochen worden sind, von Verletzungen, Zerrungen, Veränderung der chemischen Zusammensetzung etc. herrühren; keine Methode ist in dieser Beziehung empfindlicher. Alle Einwendungen gegen die Methode lassen sich mit den eigenen Worten Schweigger-Seydel's [1] beseitigen: »die Regelmässigkeit der Figuren, die an b e s t i m m t e n Oert-

[1]) F. Schweigger-Seydel. Die Behandlung der thierischen Gewebe mit Argent. nitr. etc. Bericht d. kön. sächs. Gesellsch. d. Wiss. 5. Novemb. 1866.

lichkeiten immer wiederkehrende Form, so wie die — allerdings nicht überall gleich deutlich — nachzuweisenden Kerne im Innern sprechen zur Genüge dafür, dass sie nicht zufällige Bildungen sind.« S.-S. spricht diesen Satz allerdings nur für die Epithelzeichnungen aus und behauptet, dass die Zeichnungen der Saftkanälchen nach der Entfernung des Epithels in einer subepithelial gelegenen eiweissreichen Schicht, also auf der Oberfläche, nicht im Innern der Bindegewebslager entstehn. Mir ist es aber unklar geblieben, warum S.-S. die durch Silber in der Hornhaut hervorgerufenen Zeichnungen ganz ausser Acht lässt; gerade an der Cornea ist es doch so leicht, sich zu überzeugen, dass die Schicht der Silberwirkung durchaus nicht immer gleich an der vorderen Oberfläche der Hornhaut, welche zuerst mit der Silberlösung in Berührung kam, häufig genug vielmehr ganz nahe der Descemet'schen Membran gelegen ist. Durch Beachtung dieses einen Punctes wäre er gewiss seiner Zweifel überhoben worden und hätte seinen obigen Satz auch für die Silberzeichnungen des Bindegewebes ausgesprochen.

Die Saftcanälchen stellen nun Räume dar, welche mit den Lymphgefässen zusammenhängen, man kann sogar sagen, sie bilden die oft gesuchten Lymphgefässwurzeln. Zum Beweis hierfür dienen folgende Momente: 1) an den Silberpräparaten sieht man einen directen Uebergang der farblosen Strassen der Saftcanälchen in die kleineren Lymphgefässe, gute Prä-

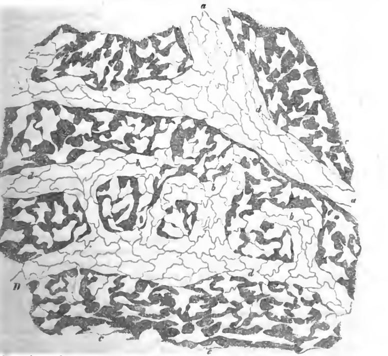


Fig. 58. Centr. tendin. des Kaninchen, mit Silber behandelt. *a* Lymphcapillaren mit Epithel, *b* erste Anfänge derselben, *c* Saftcanäle, *d* Uebergang der Saftcanäle in die Lymphgefässe, am reichlichsten am Rande *D*. Vergr. 300.

parate vom Centr. tendin. des Zwerchfells zeigen im Verlauf der Lymphgefässe auf's Schärfste den Uebergang, namentlich der kleinen cylindrischen Saftgefässe (s. Fig. 58); in den Lymphcapillaren, den allerersten Anfängen derselben nehmen die Ränder der Lymphgefässe häufig zackige Conturen an, und in dem Fundus dieser Anfänge verliert sich sehr häufig die Grenze des Lymphgefässes unmerklich in dem Saftcanalsystem. Dieses Verschwimmen der Lymphgefässgrenze ist begreiflicherweise um so mehr vorhanden, je weiter das Canalsystem, namentlich daher in den serösen und ähnlichen Ueberzügen (Fig. 59) sehr ausgesprochen.

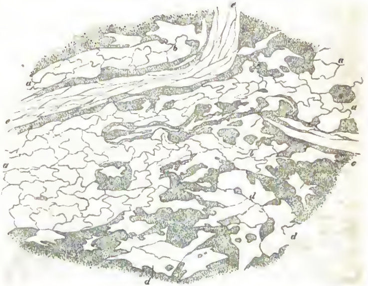


Fig. 59. Centr. tendin. des Kaninchens, mit Silber behandelt, die oberflachlichste, seröse Schicht neben dem Pericardialansatz. *a* Lymphcapillaren, *b* erste Anfänge derselben. *c* Saftcanäle mit Communicationen, *d* Saftcanäle von der Weite der Lymphgefassanfänge, *e* Blutgefäss mit Epithel. Vergr. 300.

Man hat sich allerdings bei derartigen Präparaten vor Verwechslungen zu hüten: sind die Contouren der Lymphgefässe und Saftcanälchen im Geringsten unscharf und verwaschen, so kann die Frage über den Zusammenhang nicht mehr entschieden werden; derartige verwaschene Bilder bekommt man aber immer, wenn man das Epithel vor der Silberapplication nicht eigens entfernt. His scheint nur derartige verwaschene Bilder vor Augen gehabt zu haben, da er glaubt, dass über den Zusammenhang der Contouren ein ungeübter Beobachter in Zweifel bleiben könnte. (Zeitsc' r f. wissenschaftl. Zoologie XIII. Bd. 3. Heft 1863.)

2) Injicrt man die Lymphgefässe nach ihren Wurzeln zu, so tritt oft mit grosser Leichtigkeit selbst eine unlösliche Injectionsmasse in das Gewebe über, es entsteht eine diffuse Färbung des letzteren. Unter dem Mikroskop sieht man in

den weicheren Geweben nur eine dichte Durchsetzung mit dem Farbstoff, ohne dass regelmässige Bahnen wahrzunehmen wären, man muss härtere Gewebe wählen, um sich hier von dem Gange der Injection zu überzeugen. In den Fascien des Oberschenkels vom Frosch, welche die Wand des Lymphsackes bilden, gelang es mir in der That, von letzterem aus die die Bindegewebszellen führenden Canäle mit körnigem Farbstoff zu füllen; auch durch die Lymphgefässe der Cutis hindurch kann man recht feine Injectionsmassen in das bindegewebige Substrat derselben eintreiben und zwar genau in Bahnen, welche in ihrer Form mit den normalen Pigment führenden Netzen, den ramificirten sogen. Pigmentzellen der Cutis übereinstimmten, ja die Injectionsmasse liess sich bis in dieses pigmentirte Netz selbst eintreiben. Es kann also keinem Zweifel unterliegen, dass die Injectionsmasse, wenn sie die Lymphcapillaren verlässt, in canalartige Gewebsräume eintritt, sie sind nichts Anderes, als die Saftcanälchen selbst, da sie die hier pigmentirten Bindegewebszellen enthalten. Auch in den ganz weichen Geweben, den Darmzotten z. B. entstehen zuerst Netze, erst bei stärkerer Füllung die ganz pralle Infiltration, welche sich in bestimmte Figuren nicht mehr auflösen lässt. Gegen diese Resultate hat man nun — und mit einem gewissen Recht — eingewendet, dass jene Bilder durch widernatürliche Füllungen, durch Extravasationen, Gewebszerreissungen entstanden wären, und allerdings sind bei den zuerst erwähnten Injectionen nicht unerhebliche Drücke angewandt worden. Indess entsteht die Füllung der Zottensubstanz schon bei äusserst geringem Druck und gerade hier besitzen wir ausserdem eine gute Controle in der natürlichen Chylusinjection. Sie liefert ganz dieselben Bilder von der netzförmigen Anordnung der Chylusströpfchen rings um die centrale Chyluscapillare bis zu der gleichmässigen chylösen Durchtränkung des ganzen Zottenparenchyms. Haben doch solche netzförmigen Anordnungen der Chylusmassen die Veranlassung gegeben zu der Behauptung, dass die Chylusgefässe in den Zotten ein ganz dichtes Netzwerk, noch dichter als die Blutgefässe, bildeten!

Wegen der offenen Verbindung, welche nach dem Auseinandergesetzten zwischen Saftcanälchen und Lymphgefässcapillaren existirt, sind letztere nun befähigt, Substanzen aus ersteren aufzunehmen; dass der Lymphstrom seinen Weg durch die Gewebsräume (Saftcanälchen) hindurch in die Lymphgefässwurzeln nimmt, beweisen die angeführten Thatsachen über die Beschaffenheit der Zotten während der Chylification; dass zellige Elemente des Bindegewebes aus den Saftcanälchen in die Lymphgefässe eintreten können, ist bis jetzt zwar noch nicht direct beobachtet, aber im höchsten Grade wahrscheinlich, da sie ja wandern, wandern im Lumen der Saftcanäle. Nach den Silberbildern zu urtheilen, ist diese Verbindung mit den Lymphgefässanfängen eine so offene, dass es oft schwer wird, die Grenze der letzteren gegen die Saftcanälchen hin festzustellen; man kann dies nur erreichen, indem man auf die Epithelzeichnungen Rücksicht nimmt und die Lymphgefässe dort beginnen lässt, wo in den Canälen das Epithel erscheint.

Den hier vorgetragenen Schlüssen wird gegenwärtig keineswegs von allen Seiten beigepflichtet, und ich selbst erkenne gern an, dass die Beweise zu wünschen übrig lassen. Man müsste natürliche Füllungen der Gewebe mit unlöslichen Partikeln, Farbstoffen etc. herstellen und jene nachträglich noch versilbern können, um so sich zu überzeugen, dass die resorbirten Massen den Weg aus den Saftcanälchen in die Lymphcapillaren nehmen; ganz streng würde der Beweis werden, wenn man an derartigen Präparaten unter dem Mikroskop direct die Partikelchen aus den Saftcanälchen in die Lymphgefässe übertreiben könnte. — Jedenfalls darf ich aber behaupten, dass die oben auseinandergesetzte Theorie sämmtlichen bekannten Thatsachen Rechnung trägt, während alle andern sich nicht ganz mit allen in Einklang bringen lassen. Betrachten wir, um dieses zu beweisen, die Thatsachen, auf welche die Anhänger anderer Ansichten fussen. Ludwig und Tomsa bezeichnen die von ihnen aufgefundenen Lymphspalten zwischen den Hodencanälchen als die Lymphgefässanfänge, und allerdings liegen sie so dicht zwischen dem Parenchym, nicht selten die Blutgefässe einhüllend, das Bindegewebe ist so spärlich, dass man hier kaum noch nach andern Wurzeln der Lymphgefässe, nach einem Saftcanalsysteme suchen kann; Ludwig und Zawarykin injicirten ähnliche Spalten in der Niere, um die Harncanälchen gelegen. Tomsa machte Injectionen der Hundeschnauze und sah von Lymphcapillaren injicirte Netze in einer plötzlichen Weise ausgehen; er deutet dieselben als Querschnitte von Spalten zwischen den Muskeln, resp. Bindegewebsbündeln. Indess ist die Spaltenform derselben von ihm nicht nachgewiesen; seine Zeichnungen und Schilderungen passen vielmehr eben so gut zu meiner Auffassung, ja sie stimmen dazu deswegen in besonderem Maasse, weil aus ihnen hervorgeht, dass an die Ufer der injicirten Canäle spindelförmige Zellen — wohl Bindegewebskörperchen — angetrieben sind. Auch für die Nieren habe ich nicht die Ueberzeugung gewinnen können, dass die den Lymphgefässen zum Ursprung dienenden Gewebslücken spaltenförmig sind. Von den Lymphspalten des Hodens, mögen sie in der von Ludwig und Tomsa berichteten Ausdehnung existiren oder in einer geringeren, darf man keinen Rückschluss auf die Lymphgefässanfänge in anderen Organen machen wollen; denn His und Tommasi haben nachgewiesen, dass sie mit dem charakteristischen Epithel der Lymphcapillaren ausgekleidet sind, also höchstens diesen, nicht den Saftcanälchen analog sind. — Die andere Theorie, welche die Lymphwurzeln in die Bindegewebskörperchen verlegt, stützt sich auf eine Thatsache, welche ebenfalls ganz gut mit unserer Lehre sich vereinigt — auf die Verbindung der Gewebszellen mit den zackigen Anfängen der Lymphgefässe (Kölliker). Ich theile nun allerdings nicht die von Manchen gehegten Zweifel über die lymphatische Natur dieser Gefässe; man kann zwar für gewöhnlich den Strom der Flüssigkeit in ihnen nicht wahrnehmen, da sie wasserklar ist, ich konnte aber bei längerer Beobachtung einmal eine in die letzten zackigen Enden dieser Gefässe hineinragenden Zelle allmählich sich ganz einschieben sehen, welche in ihrem Glanz, ihrem Lichtbrechungsvermögen und ihrer Grösse mit jenen Gewebszellen, die an die Lymphgefässe anstossen, vollkommen übereinstimmte; als sie ganz eingetreten, wurde sie alsbald mit ziemlicher Schnelligkeit, offenbar passiv den Hauptstämmen zugeführt. Eine der sternförmigen oder spindelförmigen Bindegewebszellen, welche mit diesen Lymphgefässen sich verbinden oder ganz ausserhalb derselben lagern, habe ich in ähnlicher Weise noch nicht in das Gefässlumen vorrücken sehn, dennoch halte ich es für wahrscheinlich, dass auch sie einmal an die Reihe kommen. Jedenfalls macht jene Beobachtung es schon mehr als wahrscheinlich, dass die Gewebszellen nicht in fester Verbindung mit der Gefässwand stehen, sondern vielmehr in Höhlen liegen, welche ihrerseits in die Lymphgefässlumina übergehen. Im Innern auch der grösseren dieser Gefässe sieht man der

Wand anliegende grosse, punctirte Zellen in ziemlich grossen Entfernungen von einander. KÖLLIKER hält sie für Anhäufungen von Fettkörnchen als Reste der ursprünglichen Bildungszellen; indess zeigen sie allerdings blasse, aber deutliche Conturen, zahlreiche kleine Spitzen und Ausläufer an ihrer Oberfläche, und zwar senden sie einen Theil der letzteren in das Lumen, den andern Theil in das umliegende Gewebe hinein; diese Zellen machen nicht den Eindruck, als ob sie im Zerfall begriffen wären, vielmehr scheinen sie mir einfach die Bindegewebszellen selbst zu sein, welche in die grösseren Stämme hineinhangen und hier zunächst noch sitzen geblieben sind. Man könnte sich vorstellen, dass diese Lymphstrassen einfach durch eine Erweiterung der Saftcanäle entstanden sind, die dicht gedrängten spitzen Ausläufer ihrer Conturen würden zu den übrigen Saftcanälen führen und dann ebenfalls beweisen, dass Saftcanäle und Lymphstrassen in einander unmittelbar übergehen. Ob sich jene restirenden Bindegewebszellen etwa zu Epithelzellen umbilden? Ich kann hierauf nicht antworten und will nur bemerken, dass es mir eben so wenig wie KÖLLIKER gelang, durch Anwendung von Höllenstein eine Epithelbekleidung an diesen Gefässen nachzuweisen; eine Injection dieser Gefässe mit der Höllensteinlösung zeigte nur in den grössten Aesten neben der Chorda eine verworrene Zeichnung, welche allenfalls noch auf Epithelien bezogen werden konnte, in den kleineren Aesten hatten sich jene verästelten Zellen gefärbt und waren feine Striche nach Art von umspinnenden Fasern hervorgetreten. Mögen nun die peripherischen Theile der Lymphstrassen, wie es mir hiernach wahrscheinlich ist, ein Epithel entbehren oder dasselbe durch weitere Untersuchungen noch zu demonstriren sein, jedenfalls stimmen, wie das Vorstehende zeigt, alle Eigenthümlichkeiten dieser Gefässe in ganz ausgezeichneter Weise zu der Lehre von dem Ursprunge der Lymphgefässe aus den Saftcanälchen. Es liegt zwar nahe, hieraus eine weitere Begründung meiner Theorie abzuleiten; dennoch wage ich es nicht, da es sich um eigenthümliche, gleichsam embryonale Gewebe, um vielleicht noch epithellose Lymphcapillaren, um sehr jugendliche Anlagen handelt; Verbindungen und Communicationen, welche in der Zeit der ersten Anlage vorhanden sind, könnten ja späterhin auf irgend eine Weise verlegt oder verschlossen werden.

Können wir nun das Saftcanalsystem als den Anfang der Lymphcapillaren betrachten, so bildet dasselbe gleichsam die Röhrenleitung für die eigentliche Gewebsflüssigkeit, letztere dagegen sind die Sammelröhren, welche das überschüssig Gespendete aus den Geweben wiederum abführen. Die relative Beschaffenheit beider Systeme ist, aus diesem Gesichtspunkte betrachtet, von grossem Interesse. Beide können spärlich sein in Geweben, welche mehr stabil sind, nur von mässigen Mengen von Ernährungsflüssigkeit durchspült werden (sehnige Theile); oder die Lymphgefässe sind sehr reichlich und weit im Verhältniss zu dem Gesammtquerschnitt der Saftcanälchen in Geweben, in welchen der Strom der Gewebssäfte ein ausserordentlich rascher ist (z. B. Centr. tendin. und Darmschleimhaut); oder endlich das Saftcanalsystem hat eine grosse Lichtung im Verhältniss zu der gesammten abführenden Lymphbahn, in diesem Falle sind die Gewebe sehr weich und saftreich, die Flüssigkeit in ihnen wechselt demnach nur langsam und ist vielleicht dadurch besonders geeignet zur Zellenneubildung. In die letzte Kategorie gehören wahrscheinlich die lockeren Bindegewebsmassen, welche die einzelnen Organe überziehen und mit einander verbinden, die interstitiellen Bindegewebsschichten einerseits, die serösen und synovialen Membranen andererseits.

In der That sind diese Gewebe in den oberflächlichen Schichten sehr lückenhaft, indem die Saftcanäle ausserordentlich weit, resp. feste Substanz nur in dünnen Wänden und Bälkchen in ihnen angelegt ist, und wir wissen aus pathologischen Processen, wie rasch gerade in diesen Geweben eine zellige Infiltration eintritt. In den Adventitien der Blutgefässe sind schon häufig solche zelligen Infiltrationen als angefüllte Lymphgefässe angesprochen worden. In gewissen Stellen des Körpers scheinen aber diese ungemein weiten Saftcanalsysteme schliesslich zu grösseren Hohlräumen zusammenzufliessen, die sich alsdann mit einem Epithel auskleiden; als physiologische Paradigmen kann man wohl die serösen Höhlen betrachten, als pathologische die sog. serösen Cysten. Bilden sich derartige Räume in oder auf der Adventitia der Blutgefässe, so haben wir scheidenartige Umhüllungen, ähnlich den Lymphscheiden der Hodencanälchen. Hierher gehören die perivasculären Gefässe, welche His theils in den Häuten, theils in der Substanz des Gehirns und Rückenmarks beschrieben hat; sie sind interstitielle Räume zwischen den Blutgefässen und der Gehirnsubstanz, welche unter der Pia in einen weiten »epicerebralen Raum« übergehen. Dass auch letzterer nicht ein einfaches Interstitium darstellt, kann man deswegen behaupten, weil sich von ihm aus eigentliche Lymphgefässe in der Pia anfüllen lassen. In den grösseren dieser perivasculären Canäle und Scheiden konnte His ein Epithel nachweisen; sie stehen also auf gleicher Stufe mit den Lymphcapillaren. Auch Mac Gillavry fand an Injectionspräparaten Lymphscheiden um die Blutgefässe der Leber, ob sie epithelhaltig oder nicht, ist seitdem nicht festgestellt worden. Stricker hat ferner derartige Einscheidungen auch an den Blutcapillaren des unteren Augenlids vom Frosch beschrieben, indess hat Langer gezeigt, dass hier nur zwei seitliche Lymphröhren existiren, welche dem Blutgefäss eng anliegen und gelegentlich über das Gefäss brückenartige Anastomosen hinüberschicken. Aus Langer's sehr sorgfältigen Untersuchungen geht hervor, dass beim Frosch, wo allerdings die grossen Blutstämme von den Lymphsäcken, resp. Ausläufern derselben eingescheidet werden, vom Uebertritt in die Organe an »eine Invagination der Blutröhren in die Lymphröhren nirgends mehr zu sehen ist;« in den serösen und Schleimhäuten sind je zwei Lymphgefässe, im Innern der Parenchyme immer nur je ein Lymphgefäss einer Arterie angeschlossen. Diese Untersuchungen warnen uns dringend zur Vorsicht in der Annahme von Lymphscheiden um die Blutgefässe; manche Autoren waren bereits geneigt, das perivasculäre Gefässsystem auch den Blutgefässen anderer Organe zuzusprechen, mindestens überall Lymphscheiden innerhalb der Blutgefässadventitia zu suchen. Sicher ist nur, dass in letzterer das Saftcanalsystem eine ausserordentliche Weite besitzt und deswegen zu zelliger Infiltration geneigt ist.

Der flüssige Inhalt der Saftcanälchen, wie der Lymphgefässe, also die Lymphe stammt der Hauptsache nach aus dem Blute, es ist daher die Frage von besonderer Wichtigkeit, in welcher Beziehung das Saftcanalsystem zu den Blutgefässen, namentlich den Blutcapillaren steht. Am einfachsten erscheint

es a priori, wenn die Safteanäle eben so mit ihnen in Communication stehen, wie mit den Lympheapillaren. Es wäre dieses ein Verhältniss, wie es die Autoren der letztverflossenen Jahrhunderte sich vorstellten, wenn sie von Vasa serosa sprachen, Gefässen, welche wegen ihrer geringen Lichtung nur das ungefärbte Blutserum, nicht die Blutkörperchen sollten durchlassen können. Leydig hat diese Hypothese in unsere moderne Bezeichnungsweise übersetzt, indem er die Lehre aufstellte, dass die Bindegewebskörperchen nicht nur mit den Lymphgefässen, sondern auch mit den Blutgefässen in offener Verbindung ständen. Führer und schon vor ihm Lessing hatten dagegen behauptet, »die vasa serosa bildeten ein die Blut- und Lymphcapillaren mit einander verbindendes, plasmatisches System«, in dessen Lichtung die Zellen lägen. Ich habe es früher für unwahrscheinlich gehalten, dass die Saftcanäle mit den Blutgefässen zusammenhängen, da ich über die damalige Ansicht, dass die Wandung der Blutgefässe aus homogener Substanz bestehe, nicht hinauskam. Seitdem indess durch Aeby, Auerbach und Eberth mittels der Silberbehandlung gezeigt wurde, dass auch die Capillargefässwand wenigstens in den untersuchten Organen ebenfalls aus Epithelien sich zusammensetzt, seitdem ferner die Durchgängigkeit der Gefässwand für die rothen Blutkörperchen (Virchow, Stricker), eben so wie für die farblosen Blutkörperchen (Cohnheim) unter Verhältnissen beobachtet ist, welche allerdings nicht als normale bezeichnet, jedoch so rasch herbeigeführt werden konnten, dass eine qualitative Veränderung der Capillarwand wohl noch nicht eingetreten sein konnte, so liegt jetzt in der That die Möglichkeit sehr nahe, dass die Saftcanäle in ähnlicher Weise mit den Blutgefässen in offener Communication stehen wie mit den Lymphgefässen. Dass wirklich solche Communicationen schon unter normalen Verhältnissen existiren, wird sehr wahrscheinlich durch die längst schon bekannte Thatsache, dass in der Lymphe, namentlich im Chylus, nicht bloss farblose Zellen, sondern auch rothe Blutkörperchen enthalten sind. Herbst hat eine ganze Reihe von Experimenten angestellt, in welchen er das Blutvolumen vermehrte, meist, indem er Blut, häufig, indem er differente Flüssigkeiten, besonders Milch in die Vena jugularis langsam einbrachte; regelmässig waren in dem reichlich angehäuften Inhalt des ductus thoracicus rothe Blutkörperchen, in den entsprechenden Experimenten auch Milchkügelchen vorhanden. Endlich hat aber in neuester Zeit Herr Dr. Rud. Böhm auch an Silberbildern von der Synovialis einen ganz ähnlichen Uebergang der Saftcanälchen in die Blutcapillaren gesehen, wie wir ihn oben an den Lymphcapillaren kennen lernten.

Die lymphatischen Follikel. Es finden sich in den verschiedenen Abschnitten des Digestionstractus innerhalb der Mucosa und Submucosa, ferner in der Milz und den Lymphdrüsen hirsekorngrosse, an der Oberfläche bisweilen auch auf der Schnittfläche vorspringende kugelige Körper, sogen. Follikel (s. die specielle Beschreibung des Digestionstractus und der Milz). Schon

seit Brücke's Untersuchungen weiss man von den solitären Follikeln des Darms und den Peyer'schen Haufen, dass sie in der innigsten Beziehung zum Lymphgefässsystem stehen, und hat in neuester Zeit durch vervollkommnete Methoden diese Beziehung specieller festgestellt; man hat aber ferner nachgewiesen, dass die lymphatischen Follikel der Rachenschleimhaut, der Tonsillen und Zungenbalgdrüsen ebenfalls viel reicher an Lymphgefässen sind, als die übrigen Schleimhauttheile, dass all' diese Gebilde aus Geweben bestehen, welche in den Lymphdrüsen wiederkehren; sie können daher mit gutem Recht zu dem lymphatischen Apparat gerechnet werden. Wir müssen die Follikel auch schon deswegen hier besprechen, weil sie den einfacheren Typus der Lymphdrüsen darstellen.

Characterisirt ist das folliculäre Gewebe (adenoide Substanz His, cytogenes Gewebe Kölliker) 1) durch das Reticulum, 2) durch die in demselben haftenden lymphkörperchenartigen Zellen. Das Reticulum, welches von Billroth zuerst nachgewiesen wurde, besteht aus sehr feinen Fäserchen, wechselnd in ihrer Dicke, welche meist geradlinig verlaufen und ein dichtes Netzwerk bilden, dessen Maschen gewöhnlich nur so gross sind, dass wenige Lymphkörperchen in jeder einzelnen Platz finden. Die Fäserchen sind im frischen Zustande ausserordentlich blass, erscheinen homogen und unterscheiden sich ausserdem von elastischen Fasern, mit denen sie nach der Erhärtung der Drüsen wegen des Glanzes einige Aehnlichkeit haben, sehr auffällig durch ihr chemisches Verhalten; Essigsäure, Natron macht sie so stark aufquellen, dass sie unsichtbar werden. Auch die Knotenpuncte dieses Netzwerks sind gewöhnlich nur sehr schmal, an ihnen sieht man Kerne, ob bloss angeheftet oder im Innern der Substanz der Fäserchen in eigentlichen Zellen gelagert, bleibt noch dahin gestellt. Die lymphkörperchenartigen Zellen, welche bei weitem den grössten Theil des Folliculargewebes ausmachen, isoliren sich mit ausserordentlicher Leichtigkeit, die milchige Flüssigkeit, welche sich von der Schnittfläche ergiesst, trägt solche Gebilde, welche namentlich in der Grösse etwas von einander abweichen (s. Lymphe). Die Fäserchen des Reticulum treten nun an der Peripherie der Follikel mit der Intercellularsubstanz des umgebenden Bindegewebes in directe Verbindung; ausserdem inseriren sie sich aber an die Blutgefässe, namentlich die Blutcapillaren, welche den Follikel in Gestalt eines weitmaschigen Netzwerks durchsetzen; die Gefässe werden also von dem Fäserchengerüst getragen und hängen frei in die Maschenräume hinein.

Von besonderer Wichtigkeit für uns sind die Beziehungen der Lymphgefässe. Man hat darüber gestritten, ob die Follikel reich oder arm an Lymphgefässen sind, ja man hat sogar das Vorhandensein von Lymphgefässen in den Follikeln ganz geläugnet und den Schluss gezogen, dass die Follikel keine specielle Bedeutung für das Lymphsystem haben. Allerdings sind Lymphgefässe im Innern jedes einzelnen Follikels sicher nicht vorhanden, auch die vollständigsten Injectionen des Lymphsystems des Darmcanals, wie sie Teich-

MANN lieferte, liessen das Innere des Follikels frei, und FREY's Injectionen der Tonsillen haben gezeigt, dass, so reich auch das ganze Organ, doch jeder Follikel im Innern keine Lymphbahn enthält; es haben diese Injectionen vielmehr dargethan, dass die Oberfläche jedes Follikels mit einem ausserordentlich dichten Lymphgefässnetz übersponnen ist, dessen einzelne Zweige sich von denen der benachbarten Umgebung gewöhnlich durch eine beträchtliche Weite auszeichnen. Die Untersuchungen von HIS und RECKLINGHAUSEN haben ferner ergeben, und auch die TEICHMANN'schen Zeichnungen lassen es erkennen, dass nicht selten die Follikel des Darmes von Lymphspalten umgeben sind, die Lymphnetze scheinen so dicht geworden, dass die einzelnen Röhren mit einander zu einem Spalt, ähnlich einer Kugelschale, zusammengeflossen sind. Diese Spalten oder Lymphsinus (nach HIS) nehmen bisweilen den allergrössten Theil der Oberfläche des Follikels ein und lassen nur den nach der Schleimhautoberfläche zugekehrten Pol des Follikels frei, der Follikel hängt dann also frei in die Lymphbahn hinein, gleichsam in einer colossal dilatirten Stelle derselben. Dass es sich hier in der That um Lymphspalten, ähnlich den Lymphsäcken der Amphibien, handelt, nicht um einfache Gewebslücken, ergiebt die Behandlung mit Silberlösungen, welche eine deutliche, in die abführenden Lymphröhren unmittelbar übergehende Epithelzeichnung hervorruft.

Gewiss müssen also die Follikel des Digestionstractus zum Lymphsystem gerechnet werden; wahrscheinlich bilden sich in ihnen Lymphzellen, welche aus dem Innern in die Lymphspalten eintreten und hier dann die gewöhnlichen Lymphkörperchen darstellen. Wie sich in Bezug hierauf das den Follikel nach der Seite der Lymphspalte überziehende Epithel verhält, ob es ständige Oeffnungen für den Durchtritt der Lymphkörperchen besitzt, muss noch der weiteren Untersuchung überlassen bleiben.

Diese innigen Beziehungen zum Lymphsystem sind bisjetzt aber nur für die erwähnten Follikel zu demonstriren, während an den bekannten MALPIGH'schen Körperchen der Milz, obwohl sie sonst in ihrem Bau mit den Follikeln des Darmes übereinstimmen, ebenso wie in dem übrigen Milzgewebe von Lymphgefässen nichts bekannt ist. Auch für die Thymus, welche wesentlich aus folliculärem Gewebe besteht, ist bis jetzt eine Beziehung zu Lymphgefässen nicht nachzuweisen. Endlich giebt es auch noch in gewissen bindegewebigen Organen, dem Netz, den Pleuren der Säugethiere, dem Mesenterium und der Harnblase des Frosches so dichte Anhäufungen von lymphkörperchenähnlichen Zellen innerhalb sehr gefässreicher Stellen, dass die grösste Aehnlichkeit mit folliculären Geweben resultirt — aber wiederum ohne nachweisbare innige Beziehung zu Lymphgefässen. Auch hinsichtlich der Vertheilung der Hauptblutgefässstämme weichen diese Gebilde von jenen unzweifelhaften lymphatischen Follikeln ab. Während bei letzteren die Hauptstämme an der Peripherie sich auflösen, liegt in jedem Follikel der Milz die Arterie central, so dass dieser gleichsam eine Auftreibung ihrer Adventitia darstellt; Venen fehlen dagegen im Innern des Milzfollikels ganz. All'

diese Abweichungen in der Anordnungen des Gefässsystems berechtigen aber noch nicht, den eben besprochenen Gebilden eine andere Bedeutung beizulegen, als jenen lymphatischen Follikeln des Digestionstractus; auch sie bilden wahrscheinlich Brutstätten für lymphatische Zellen, welche aber nicht mittels Lymphgefässen, sondern auf anderen Wegen, aus den Milzfollikeln durch die Venen, die gerade an ihrer Oberfläche einen sehr dichten Plexus bilden sollen (Basler), aus den ähnlichen Apparaten der serösen Häute mittels des Uebertritts in die betreffenden Höhlen fortgeführt werden mögen.

Die Lymphdrüsen. Glandulae lymphaticae. Bis in die neueste Zeit hinein gehörte der Bau der Lymphdrüsen zu denjenigen Gebieten, in welchen der leitende Weg fehlte. Man sah die Lymphgefässe in mehrfacher Zahl an der Oberfläche der Drüsen eintreten als vasa afferentia, als vasa efferentia aus dem Hilus der Drüsen hervorgehen; im Innern der Drüse war die Lymphbahn, besonders ihre Beziehung zu dem Drüsengewebe selbst höchst unklar. Erst His, nach ihm Frey und Teichmann haben Aufklärung geschafft. Ihre Untersuchungen differiren allerdings in einzelnen Puncten, jedoch scheinen mir die Differenzen untergeordneter Natur, und so können wir uns gegenwärtig von der ganzen Gewebsanordnung in den Lymphdrüsen schon eine ganz klare Anschauung entwickeln.

Die Lymphdrüsen zeigen sowohl bei den verschiedenen Thiergattungen, wie auch in einem und demselben Individuum einen verschiedenen, anscheinend schwer zu definirenden Bau; bei der ersten Betrachtung machen die Präparate der Lymphdrüsen einen sehr wirren Eindruck, man lernt sich am leichtesten orientiren, wenn man stets bedenkt, dass der Character des Wechselvollen, welcher dem Lymphsystem im Allgemeinen zukommt, gerade auch in dem Bau der Lymphdrüsen sich manifestirt. Namentlich zeigen die Lymphbahnen hier die grössten Variationen der Gestalt, auf der einen Seite die Röhren-, auf der andern Seite die Spaltenform, beide ineinander vielfältig und gewöhnlich sehr plötzlich übergehend.

Man kann in den grösseren Lymphdrüsen, meist auch in den kleineren zwei Substanzen unterscheiden (s. Fig. 60), und dieselben als R i n d e n - (*A*) und M a r k s u b s t a n z (*B*) bezeichnen. Allerdings darf man diese Bezeichnung nicht im strengen Sinne nehmen, als ob die Marksubstanz nur central, ringsum von Rindensubstanz umgeben vorkommen dürfte, im Gegentheil tritt dieselbe oft in ziemlich grossem Umfange an der Oberfläche der Lymphdrüsen zu Tage, nicht bloss in der Tiefe der Einsenkung, welche den sogen. H i l u s der Drüse darstellt und mit Bindegewebe, dem Hilusgewebe, angefüllt ist. An den subcutanen Lymphdrüsen des Hundes z. B. tritt regelmässig an der Oberfläche auch die Marksubstanz hervor und bildet Flecke, welche schon makroskopisch an ihrer weissen Farbe zu erkennen und häufig durch einen gelblich pigmentirten Saum von der übrigen Drüse abgegränzt sind; ein eigentlicher Hilus fehlt hier. Man darf sich auch nicht vorstellen, dass eine scharfe Tren-

nung zwischen beiden Substanzen vorhanden wäre, und wir werden weiter sogar sehen, dass nicht einmal im Bau eine wesentliche Differenz zwischen beiden existirt, dass auch die Follikel der Rinde, welche gewöhnlich als characteristisch für diese angesehen worden, ihr vollständiges Analogon in der Marksubstanz finden.

Dennoch ist es für die erste Orientirung zweckmässig, wenn man beide Substanzen unterscheidet; bei manchen Thieren ist nämlich der Gegensatz zwischen beiden makroskopisch sehr ausgeprägt, so bei dem Rind und Pferd, indem hier die Marksubstanz intensiv braun gefärbt ist. Auch der feinere Bau ist beim Rind in seinen Einzelheiten am präcisesten ausgesprochen, am leichtesten zu erkennen, und daher war es sehr zweckmässig, dass His gerade die Drüsen des Rindes zum Studium erwählte. Macht man Schnitte aus den frischen Lymphdrüsen, so sieht man gewöhnlich, namentlich bei stärkerer Vergrösserung nur ein gleichmässiges Gewebe, in welchem kleine Lymphkörperchen, und zwar Zelle bei Zelle gelagert sind, so dicht, dass eine Zwischensubstanz nur an den allerdünnsten Stellen der Schnitte zum Vorschein kommt. Um die differenten Structuren aufzufinden, muss man 1) die Drüsen erhärten (am zweckmässigsten in Alkohol) und 2) die möglichst feinen Schnitte stark auswaschen oder noch besser auspinseln. Geschieht dieses, so sieht man an Schnitten aus der Marksubstanz eine stark durchbrochene Beschaffenheit; aber die durchbrochenen Stellen sind nicht vollständige Lücken, sie zeichnen sich vor dem dichteren Gewebe zunächst nur durch eine weit grössere Durchsichtigkeit, ferner aber dadurch aus, dass sie die Träger des Pigmentes sind (am prägnantesten beim Rind); bei stärkerer Vergrösserung (s. Fig. 61) sieht man, dass sie von feinen, oft sternförmig angeordneten, oft kern-, resp. zellenhaltigen Fasern durchzogen sind, an welchen körnige Pigmentmassen haften. Diese Fäserchen fliessen zu dickeren bindegewebigen Balken, den **Trabekeln**, zusammen, welche nicht selten platt sind; sie liegen immer in der



Fig. 60. Senkrechter Schnitt der Lymphdrüse des Rindes. *A* Rindensubstanz, *B* Marksubstanz, *a* Kapsel, a_1 Trabekel, *b* Follikel, b_1 Follicularstränge (Markstränge), *c* Lymphbahn, an den Follikeln als Lymphsinus oder Umhüllungsraum bezeichnet, die feinen Fäserchen in ihnen sind fortgelassen. Alkoholpräparat. Vergr. 25.

Mitte der eben besprochenen Räume und stellen den Grundstock dar, von dessen Seite die feinen Fäserchen des Reticulum oft nahezu senkrecht abgehen. — Letztere inseriren sich dann auf der andern Seite an die Stränge der dichten Substanz (Markstränge Kölliker's, Markschläuche His', Lymphröhren Frey's).

Diese Stränge (Fig. 61) selbst haben nun vollkommen dieselbe Structur wie das Gewebe der lymphatischen Follikel (s. o.), bestehen also aus einem Reticulum mit eingeschlossenen lymphkörperchenartigen Zellen und können wohl mit vollem Recht als folliculäre Gebilde aufgefasst, als Follicularstränge bezeichnet werden. Ihr Reticulum unterscheidet sich von dem Faserwerk jener lichten Stellen darin, dass die einzelnen Fäserchen durchschnittlich feiner, die Maschen namentlich in den peripherischen Schichten viel enger

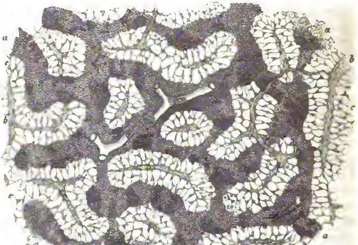


Fig. 61. Schnitt aus der Marksubstanz der Lymphdrüse des Rindes, *a* Follicularstränge, *b* Trabekel, *c* Lymphbahn. Vergr. 120.

sind. Ihre auffälligste Eigenschaft, die Undurchsichtigkeit gegenüber jener lichten Stellen, verdanken diese Folicularstränge aber dem grossen Reichthum an jenen Zellen. Allerdings tritt diese wesentlichste Differenz gegenüber den lichten Stellen an feinen Schnitten der frischen, eben so an dickeren Schnitten der erhärteten Drüsensubstanz vor dem Auspinseln und Auswaschen nicht oder nur undeutlich hervor, da in ihnen auch die lichteren Stellen mit Lymphkörperchen vollgepfropft sind. Auf der anderen Seite kann aber auch diese Differenz wiederum verschwinden, wenn das Auspinseln zu lange fortgesetzt wird; es bleibt alsdann auch in den Follicularsträngen nur das Reticulum übrig. Aus diesen Verhältnissen ergiebt sich, dass die Lymphkörperchen in letzterem auf irgend eine Weise festgehalten werden, während sie in den lich-

ten Bahnen ganz lose liegen. Wie sind sie in dem Reticulum der Follicularstränge fixirt? Schon die grössere Dichtigkeit des Reticulum, die Enge seiner Maschen trägt gewiss dazu bei, die in ihnen enthaltenen Lymphkörperchen festzuhalten, wenn künstliche oder natürliche Flüssigkeitsströme durch dieselben hindurchgehen; ausserdem ist es aber auch wohl möglich, dass die Lymphzellen an den Bälkchen des Reticulum locker anhaften, etwa mit einzelnen Stellen ihrer Oberfläche angeklebt sind.

Diese Befestigungsweise der Lymphkörperchen ist nun von ungemeiner Wichtigkeit. Treibt man Lösungen durch die Lymphdrüsensubstanz mittels der Einstichsmethode oder auch mittels Injection von den zuführenden Lymphgefässen aus, so kann man auf diese Weise die lichten Stellen von Lymphkörperchen, eben so wie durch Auspinseln, befreien, während die Follicularstränge ihre zelligen Einwohner bewahren. Es genügt hiezu schon ein ganz geringer Druck, welcher demjenigen, unter dem die Lymphe durch die Drüsen strömt, nahe steht. Wir dürfen daher wohl behaupten, dass auch der natürliche Lymphstrom im Stande ist, aus den lichten Stellen die darin vorhandenen Lymphkörperchen fortzuspülen, und weiter schliessen, dass in ihnen jede einzelne Lymphzelle nur zeitweilig existirt. Mit anderen Worten, sie bilden nur eine Bahn, auf welcher die Lymphkörperchen fortgeführt werden, dagegen dient letzteren das Reticulum der Follicularstränge als eigentlicher Wohnort.

Injectionen der Lymph- und Blutgefässe der Lymphdrüsen ergeben aber alsbald noch weitere wichtige Differenzen zwischen den lichteren Stellen und den Follicularsträngen (s. Fig. 62). Die eigentliche Verbreitung des Blutgefässsystems findet nur in den letzteren statt, Capillarnetze sind in ihnen allein enthalten, die lichten Stellen führen dagegen nur grössere Gefässe, welche, von den Trabekeln kommend, sie durchsetzen, um sich zu den Follicularsträngen zu begeben. Auf der andern Seite lehren die Injectionen, welche von den zuführenden Lymphgefässen aus oder mittels Einstich in die Drüse vorgenommen werden, dass die lichten Stellen die eigentlichen Lymphbahnen darstellen. Sie füllen sich meist mit grosser Leichtigkeit, die Injectionsmasse bleibt auf sie beschränkt, wenn sie aus dickflüssigen Leimlösungen und grobkörnigen Farbstoffen besteht; ist dagegen die Flüssigkeit wässriger, der Farbstoff recht feinkörnig, so dringt derselbe auch in das Folliculargewebe ein, immer aber deutlich von der Peripherie derselben her. Auch bei recht praller natürlicher Injection der Mesenterialdrüsen mit Chylus kann man die Chyluskörnchen in den peripherischen Theilen des Folliculargewebes leicht nachweisen. Es ergiebt sich hieraus, dass die Follicularstränge gegen die Lymphbahn durchaus nicht vollkommen abgeschlossen sind, das Reticulum an ihrer Oberfläche ist zwar sehr dicht geflochten, lässt aber doch noch feste Körperchen von der Lymphbahn aus in das Innere des Follikels eintreten, daher können wahrscheinlich auch umgekehrt körperliche Theile, Lymphzellen z. B., in die Lymphbahn austreten.

Wir können somit in dem Lymphdrüsengewebe dreierlei Theile unter-

scheiden 1) das Folliculargewebe, 2) die Trabekeln, 3) die Lymphbahn, und es ist jetzt unsere Aufgabe, die Form und die Anordnung dieser einzelnen Theile zu verfolgen. Die Trabekeln sind die unmittelbaren Fortsetzungen der Lymphdrüsenhülle (s. Fig. 60), bestehen wie diese aus Bindegewebe und bei manchen Thieren (Pferd, Hammel, Rind) aus sehr reichlichem, glatten Muskelfasern (O. Heyfelder). Die ersten Fortsätze, welche die Hülle nach dem Innern der Lymphdrüse fortsendet, sind platte Wände, diese lösen sich alsdann nach dem Centrum zu in mehr cylindrische, entweder drehrunde oder auch etwas abgeplattete Stränge, die Trabekeln, auf, welche schliesslich in die bindegewebige Hilussubstanz übergehen. An der Oberfläche der Drüse

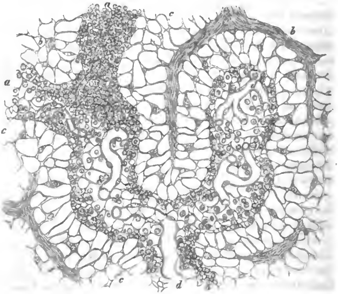


Fig. 62. Schnitt aus der Marksubstanz der Lymphdrüse des Rindes. *a* Follicularstränge, *b* Trabekel, *c* Lymphbahn, *d* Blutgefässe. Vergr. 300.

stehen die Trabecularwände weit von einander ab und umgränzen in Gemeinschaft mit der äusseren Hülle alveolenartige Räume der Art, dass letztere nur nach dem Hilus zu offen bleiben; mit der Auflösung in runde Stränge treten die Trabekeln einander viel näher, die Räume, welche sie umspinnen, sind daher kleiner als jene Alveolen und gleichzeitig weit unvollständiger von einander abgeschlossen. Das Folliculargewebe bildet im Allgemeinen rundliche Balken, welche netzartig mit einander verbunden sind, diese Balken sind aber meist nicht regelmässig cylindrisch, sondern mit Buckeln versehen, bisweilen fast rosenkranzartig. Nach der Oberfläche der Lymphdrüsen schicken diese

Follicularstränge besonders starke Anschwellungen von fast kugeliger Gestalt, sie bilden die Körner, welche an der Oberfläche, aber auch auf der Schnittfläche schon dem blossen Auge deutlich erkennbar sind und gewöhnlich als Follikel bezeichnet werden; die Rindenfollikel der Lymphdrüsen sind also nichts wie keulenförmige Anschwellungen der Follicularstränge der Marksubstanz und müssen mit letzteren um so mehr identificirt werden, als nicht selten auch tief in der Marksubstanz noch grosse kuglige Follikel vorkommen. Das folliculäre Balkenwerk ist nun in die Maschen des Trabekelsystems hineingeschoben und zwar so, dass die Oberfläche des Folliculargewebes nirgends die Oberfläche der Trabekeln unmittelbar berührt, die Spalten, welche beide trennen, sind die Lymphbahnen. Die Form der letzteren richtet sich also nach den Formen jener beiden Gewebe, an der Oberfläche in den alveolären Stämmen haben sie annähernd die Gestalt von Kugelschalen, (Lymphsinus His, Umhüllungsraum Frey), im Innern der Drüse nehmen sie einfach den Raum ein, welcher von den Balken des folliculären Netzwerkes übrig gelassen wird. Dass die vasa afferentia, welche bekanntlich an der Oberfläche der Drüse sich verbreiten, in jene Kugelschalen resp. Lymphsinus ganz direct übergehen, also aus cylindrischen Röhren plötzlich in spaltenartige Räume umgewandelt werden, davon kann man sich an Injectionspräparaten sehr leicht überzeugen. Bei Silberinjectionen gelingt es namentlich leicht, den unmittelbaren Uebergang zu erkennen, da sich die Epithelien der zuführenden Lymphröhren auf die Aussenwand der Lymphsinus leicht verfolgen lassen. Schwieriger ist es allerdings, die Entstehung der Wurzeln des vas efferens aus den innern Lymphbahnen festzustellen. Es liegt dieses nicht etwa in einer Schwierigkeit, die vasa efferentia mit Injectionsmasse in der Richtung des Lymphstroms zu füllen; im Gegentheil gelingt es bei hinreichend dünnflüssigem Zustand der Injectionsmasse namentlich mittels der Einstichsmethode ausserordentlich leicht, das vas efferens mit seinen Wurzeln zu injiciren. Letztere haben aber eine so ungewöhnlich bucklige Gestalt und stehen so reichlich mit einander in Communication, dass dadurch fast ein cavernöses Gewebe entsteht; die einzelnen Canäle in diesen cavernösen Plexus sind natürlich so kurz, dass ihre Verbindungen mit den Lymphbahnen der Marksubstanz weit schwerer zu erkennen sind, wie wenn sie in einzelne lange Canäle übergingen. Am besten kann man die Verhältnisse an gelungenen Injectionen mit Silberlösungen übersehen (s. Fig. 63) und feststellen, dass die Zweige dieses Plexus, die bis dahin immer noch einen annähernd kreisförmigen Querschnitt haben, plötzlich sich colossal auftreiben und die einzelnen Abschnitte der Marksubstanz, welche in die Hilussubstanz eingesenkt sind, in das Lumen dieser Erweiterungen einschieben lassen, während die bindegewebigen Wände des cavernösen Plexus in die Trabekeln der Marksubstanz übergehen. Man sieht deutlich die Epithelzeichnungen der Lymphröhren auf die Trabekeln sich forterstrecken und kann sie durch die Marksubstanz verfolgen. Auf der anderen Seite zeigen auch die Trabekeln und Septen an der Peripherie der

Drüsen in solchen Silberpräparaten dieselbe characteristische Zeichnung der Lymphgefässepithelen, und ich habe selbst im Innern der Drüse so häufig die Epithelzeichnung auf den Trabekeln darstellen können, dass ich glaube behaupten zu dürfen, es sind die Trabekeln durch die ganze Drüse hindurch mit einem Epithel bekleidet. Im Wesentlichen ist hiernach der Eintritt der Lymphbahn und der Austritt ein gleicher. Man kann sich diese Verhältnisse am einfachsten vorstellen, wenn man zunächst zwischen den vasa aff. und effer. ein Wundernetz einschaltet, dessen einzelne Zweige an dem Pol des vas affer. ganz plötzlich sich auftreiben, hierauf noch weiter sich theilen und in Folge dessen wiederum sich verschmälern, gleichzeitig aber dann dadurch, dass die die einzelnen Bahnen trennenden Gewebsschichten nach allen Richtungen durchbrochen werden, mit einander in Communication treten, um endlich an dem zweiten Pol wiederum in plötzlicher Weise in geschlossene, röhrenförmige Bahnen überzugehen. Die Follicularsubstanz ist am massigsten entwickelt in den Dilatationen am Pol des vas afferens, von da ab verschmälert sie sich immer mehr und verliert sich aus der Lymphbahn an der Gränze der Marksubstanz.



Fig. 63. Schnitt aus der Marksubstanz der Mesenterialdrüse eines Hundes nach Silberinjection. *a* Wurzeln des vas efferens mit Epithel. *b* Erweiterungen mit Epithel, in welchen Drüsensubstanz enthalten ist und zwar *c* Follicularstränge, *d* Fäserchen, die Lymphbahn durchsetzend, auf ihnen bei *d*, noch Epithellinien. *e* faseriges Zwischengewebe, bei *e*, schon als Trabekel zu bezeichnen. Vergr. 200.

Dieser schematischen Vorstellung über die Anordnung der Lymphbahn entspricht eine nicht unwichtige Thatsache. Teichmann hat gezeigt, dass beim Menschen an gewissen Stellen, namentlich in der Kniekehle sehr häufig an Stelle wirklicher Lymphdrüsen Wundernetze von Lymphgefässen vorkommen, welche von vollständigen Drüsen dadurch abweichen, dass das Lumen der einzelnen Zweige leer, nicht mit Folliculargewebe angefüllt ist; Teichmann behauptet, dass die Lymphdrüsen aus ihnen entstehen, sobald sich Lymphkörperchen im Lumen der einzelnen Röhren festsetzen und hier Knoten, aus Folliculargewebe bestehend, bilden.

Diese Vorstellung über die Entstehung der Lymphdrüsen, welche in ähnlicher Weise auch schon von Engel u. A. aufgestellt wurde, passt allerdings wenig zu den neueren genauen Untersuchungen über ihre Entwicklung von

Sertoli; letzterer fand, dass zuerst mit Epithel ausgekleidete Lymphcanäle entstehen, um sie herum das Bindegewebe wuchert und in diesem, also ausserhalb der ursprünglichen Lymphbahn, sich Zellenhaufen zu folliculärer Drüsensubstanz entwickeln. Man kann hiernach sagen, dass letztere aus dem Bindegewebe in der unmittelbaren Nähe der Lymphgefässe in Folge einer massenhaften Zellenanhäufung entsteht.

Die hier geschilderten Structurverhältnisse der Lymphdrüsen sind am leichtesten an den Drüsen des Rindes und Schafes zu erkennen, die Drüsen der übrigen Säugethiere und des Menschen bieten Schwierigkeiten, welche sich indess leicht beseitigen, wenn man sich die Grundzüge des Lymphdrüsenbaues gegenwärtig hält. In den Lymphdrüsen des Ochsen sind Lymphbahn und Folliculargewebe schon deswegen genau unterschieden, 1) weil die Gerüstfasern der Lymphbahn in der Mark-, wie in der Rindensubstanz mit Pigment besetzt, die Follicularsubstanzen farblos sind; 2) weil das Folliculargewebe auch durch die ganze Marksubstanz hindurch continuirlich zusammenhängende, nicht unterbrochene Balken bildet, welche an Breite die Lymphbahnen meistens übertreffen. In den Lymphdrüsen des Menschen und Hundes sind die Verhältnisse des Markgewebes dagegen etwas andere; hier nimmt die Lymphbahn relativ viel grösseren Raum ein, als die folliculare Substanz. Ferner ist das Trabekelsystem weit unvollständiger, nicht jeder Abschnitt der Lymphbahn ist, wie in den Lymphdrüsen des Ochsen, in seiner ganzen Länge von einem Trabekel durchzogen, bald sind die Stellen der Trabekel gar nicht angedeutet, zwischen zwei benachbarten Folliculärbalken erscheint nur ein gleichmässiges Gerüst von Fäserchen — bald bilden innigere Verflechtungen dieser Fäserchen Knotenpuncte, welche den Trabekeln analog sind. Endlich sind die Follicularstränge, namentlich in den Lymphdrüsen des Menschen, weniger scharf gegen die Lymphbahn abgegränzt wie beim Rinde, das Reticulum ist lockerer gefügt, die Lymphkörperchen haften weniger fest und so bekommt man durch zu starkes Auspinseln sehr leicht Präparate, an welchen die Orientirung viel schwerer fällt, als an den Präparaten vom Rinde. Noch ist hervorzuheben, dass eigentliche Lymphröhren sich weit tiefer in die Marksubstanz hinein erstrecken. Indess sind die Lymphdrüsen des Menschen und Hundes in einem Puncte wesentlich verschieden, darin nämlich, dass in jenen eine bedeutend entwickelte Hilussubstanz und eine entsprechend deutliche nierenförmige Gestalt vorhanden, nur in den Mesenterialdrüsen spärlich oder gar nicht entwickelt ist, während sie den Lymphdrüsen des Hundes gewöhnlich vollständig fehlt; hier tritt vielmehr, wie oben bereits angedeutet, die Marksubstanz mit den ausführenden Gefässen direct an der Oberfläche des Organs zu Tage. — Die Lymphdrüsen des Schweines zeigen in einer Beziehung ganz entgegengesetzte Eigenschaften; in ihnen ist die folliculäre Substanz gegenüber der Lymphbahn vorwiegend; auch durch die ganze Marksubstanz hindurch erscheinen an den Follicularsträngen noch knotige Anschwellungen, also wirkliche Follikel, auf der Schnittfläche sieht man schon mit blossen Augen diese Körnchen vorspringen, die Lymphbahn ist in Folge dessen so eng, dass die Injection hier mit grossen Schwierigkeiten verknüpft ist. Nach Franz Schmidt finden sich auch an anderen Orten im Körper des Schweines, im Rachen z. B., die folliculären Apparate besonders stark entwickelt, es bedarf noch weiterer Untersuchung, um festzustellen, ob in Folge der Mästung dieser Thiere, wie Schmidt vermuthet, oder ob hierin eine Eigenthümlichkeit dieser Thiergattung zu suchen ist.

Ein genaueres Studium ist noch erforderlich, um die Beziehungen der Epithelien zum übrigen Lymphdrüsengewebe zu erforschen; auf den Follicularsträngen konnte ich eine Epithelschicht nicht auffinden. Von besonderem Interesse ist aber

die Art der Verbindung der Gerüstfäserchen mit dem Epithel; oft habe ich deutlich gesehen, dass die Epithelzellen von der Oberfläche der Trabekeln aus auf dickere Fäserchen sich fortschoben (s. Fig. 63 *d*), diese also in derselben Weise einen epithelialen Ueberzug besassen, wie die Nerven, welche durch die Lymphsäcke des Frosches hindurchziehen. Es bleibt aber noch zu untersuchen, ob dieses Verhältniss überall vorhanden, oder ob sie zum Theil, ob mit ihnen die Folliculärstränge, wie es mir bisjetzt scheint, frei von Epithelzellen sind, also nackt in der Lymphbahn lagern.

Der **Chylus**, der während der Verdauung gebildete weissgefärbte flüssige Inhalt der Darmlymphgefässe und die **Lymphe**, der farblose, leicht trübe Inhalt der übrigen Theile des lymphatischen Systems, gerinnen wie das Blut, sie scheiden alsdann ein eiweissreiches Serum ab und in dem Faserstoffgerinsel sind die morphologischen Elemente, die Lymphkörperchen oder Lymphzellen, aufgefangen. Ausser ihnen finden sich noch in sehr wechselnder Quantität kleine Körnchen von ziemlich starkem Lichtbrechungsindex, wahrscheinlich Fetttröpfchen, früher Elementarkörnchen genannt, ferner in dem Chylus allerkleinste Pünktchen, wohl ebenfalls aus Fett bestehend, die Chylusktügelchen, welche in so enormer Zahl vorhanden sind, dass dadurch die starke Trübung und intensiv weisse Farbe des Chylus entsteht, endlich noch rothe Blutkörperchen. Die Lymphkörperchen sind, wie jetzt allseitig anerkannt wird, mit den farblosen Blutkörperchen in allen Eigenschaften identisch, zeigen namentlich die stets wechselnde Gestalt, dieselben contractilen Erscheinungen wie jene, so lange sie lebendig sind, und nehmen die Kugelform, welche ihnen früher gewöhnlich zugeschrieben wurde, erst an, sobald sie absterben. Eine Tödtung derselben wird sehr leicht durch die bei sonstigen mikroskopischen Untersuchungen üblichen Manipulationen herbeigeführt; Verdunstung, Wasserzusatz, Salzlösungen, wenn sie mehr wie 2% enthalten, selbst mechanische Einflüsse, wie die Belastung mit dem Deckglase, bewirken in kurzer Zeit ein solches Absterben. Während die Substanz der Lymphzellen im lebendigen Zustande ziemlich stark lichtbrechend ist, sogar einen eigenthümlichen Glanz besitzt, wird sie mit dem Tode blasser und matt; gleichzeitig treten kleine eingebettete Pünktchen (vielleicht Fetttröpfchen), und ferner im Centrum ein gewöhnlich stark körniger Kern hervor. Wie die farblosen Blutzellen sind auch die Körperchen der Lymphe unter sich verschieden, es giebt auch unter ihnen die granulirte Art, ferner Zellen von sehr bedeutender Grösse mit mehrfachen Kernen, endlich aber auch sehr kleine Gebilde, welche früher gewöhnlich nicht als eigentliche Zellen anerkannt, sondern als nackte Kerne angesprochen wurden. Allerdings wird bei letzteren bei weitem der grösste Theil des Leibes von dem Kerne eingenommen, er ist oft nur von einer ganz minimalen Schicht ausserordentlich blasser und sehr hinfälliger Zellsubstanz eingehüllt. Endlich finden sich noch bei Säugethieren und Amphibien bisweilen ganz grosse Lymphkörperchen mit braunen Körnchen in ihrem Innern, also pigmentirte Zellen. In den verschiedenen Abschnitten des Lymph-

gefässsystems ist das Quantum dieser Elemente ein verschiedenes, namentlich wechselt aber die Zahl derselben, je nachdem die betreffenden Organe, von welchen die Lymphgefässe herkommen, in der Thätigkeit oder in der Ruhe sind.

Woher stammen nun die verschiedenen Elemente? wo ist ihre Bildungsstätte? Früher war man zu der Annahme geneigt, dass sie nur in der Lymphbahn entstehen, die Elementarkörnchen sprach man als erste Anfänge der Organisation an, selbst in neuester Zeit versuchte man noch die Lehre durchzuführen, dass die Lymphfollikel und Lymphdrüsen die einzige Bildungsstätte der Lymphkörperchen seien, welche nach ihrem Uebertritt in die Lymphbahn durch Theilung sich weiter vermehren sollten. Solche Theilungsvorgänge sind bis jetzt nicht in zuverlässiger Weise beobachtet worden, mir ist es nur ein einziges Mal gelungen, unter dem Mikroskop direct zu beobachten, wie aus einer Lymphzelle ein junges Lymphkörperchen, welches neben dem Kern gelagert war, mit einem plötzlichen Ruck ausgestossen wurde, aber wie es entstanden war, habe ich nicht beobachtet. Die Bildung der Lymphzellen in den Follikeln, namentlich in den Lymphdrüsen ist dagegen wenigstens indirect zu beweisen; die Lymphe, welche aus den vasa efferentia der Drüsen ausgeführt wird, ist nämlich immer weit reicher an Zellen, als die zugeführte, und auch die Lymphgefässe, welche von den Darmfollikeln, speciell den Peyer'schen Plaques kommen, liefern eine zellenreichere Lymphe, als die übrigen Chylusgefässe (Kölliker). Die folliculären Substanzen der Lymphdrüsen sind wahrscheinlich als die Hauptlieferungsheerde der Lymphzellen zu bezeichnen. Indess ist es zu weit gegangen, wenn man die Lymphkörperchen nur aus den Lymphdrüsen stammen lässt. Die genauesten Untersuchungen (Herbst, Teichmann) haben ergeben, dass in der Lymphe des Menschen und der Säugethiere bereits Zellen enthalten sind, bevor sie überhaupt Lymphdrüsen passirt hat. Sie stammen mit grösster Wahrscheinlichkeit aus dem Bindegewebe, in welchem die Lymphcapillaren sich verbreiten, und sind wohl als bewegliche Bindegewebszellen aus den Saftcanälchen in diese Capillaren eingewandert. Man wird den folliculären Apparaten, den Lymphdrüsen allein die Rolle der Lymphkörperchenbildung schon deswegen nicht zuschreiben dürfen, weil eigentliche Lymphdrüsen bei den Amphibien trotz des grossen Reichthums ihrer Lymphe an Zellen, so viel bisjetzt bekannt ist, fehlen.

Hiernach würde die Frage nach der Herkunft der Lymphkörperchen in den peripherischen Lymphnetzen mit der Frage zusammenfallen: wo entstehen die wandernden Bindegewebszellen? Für die Beantwortung dieser Frage sind nun die Untersuchungen, welche in der neuesten Zeit von Cohnheim, ferner von F. A. Hoffmann unter meiner Leitung über die Genese der Eiterkörperchen angestellt worden sind, von grosser Wichtigkeit, da letztere in allen Eigenschaften mit den Lymphkörperchen, wandernden Bindegewebskörperchen und farblosen Blutkörperchen übereinstimmen. Unlösliche Farbstoffe werden bekanntlich von all' diesen contractilen Zellen, wenn sie mit ihnen in

Berührung kommen, in rapider Weise aufgenommen. Bringt man nun solche Farbstoffe, welche leicht wieder zu erkennen sind, am besten Zinnober, in die Blutgefässe eines lebenden Thieres, so füllen sich damit die farblosen Blutkörperchen; erregt man gleichzeitig eine Entzündung, z. B. der Hornhaut, so trifft man massenhaft Eiterkörperchen im entzündeten Bindegewebe, mit demselben Farbstoff versehen, ja auch in der normalen Hornhaut, und besonders in den lockeren interstitiellen Bindegewebsmassen trifft man unter den wandernden Körperchen einige farbstoffhaltige. Man muss hieraus schliessen, dass diese sich dem strömenden Blute hinreichend nahe befunden haben, um aus dem Blute den Farbstoff zu annectiren. Am einfachsten scheint die Annahme, dass sie sich im Blute selbst befanden, also früher vor ihrer Einwanderung in die Gewebe farblose Blutkörperchen waren. Cohnheim stellt daher auch entgegen der Theorie Virchow's, nach welcher die Eiterkörperchen im Bindegewebe selbst entstehen, den Satz auf, dass die Eiterkörperchen nichts sind, als ausgewanderte farblose Blutkörperchen und somit in den Organen gebildet werden, in welche wir die Geburt der letzteren verlegen, d. h. in der Milz und den Lymphdrüsen. Als unmittelbarste Consequenz dieser Lehre würde sich ergeben, dass auch die normalen wandernden Bindegewebskörperchen, somit auch die Lymphkörperchen der peripherischen Lymphgefässbezirke mit dem Blute den Geweben zugeführt werden und ebenfalls in der Milz und den Lymphdrüsen entstehen; es würden hiernach letztere, allerdings auf dem weiten Umweg der Blutbahn, auch solche Zellen liefern, welche in den vasa afferentia den Drüsen zugeführt werden, nicht nur diejenigen, welche durch die vasa efferentia austreten. Für diese Lehre von der Auswanderung der farblosen Blutkörperchen lassen sich noch weitere wichtige Begründungen beibringen. Cohnheim stützt sie vorzugsweise auf die directe Beobachtung der ersten Entzündungsstadien am blossgelegten Mesentèrium des Frosches; er sah hier in der That die farblosen Blutkörperchen, welche bekanntlich bei Verlangsamung der Blutströmung in einer Wandschicht sich anhäufen, durch die Gefässwand, hauptsächlich die Venenwand hindurchtreten, um alsdann in bekannter Weise weiter zu wandern, und so ist eine Beobachtung, welche von Waller[1] schon im Jahre 1846 gemacht, aber ausserhalb England unter der Alleinherrschaft der Lehre Virchow's vergessen wurde, wieder zu Ehren gekommen. Ferner hat Hering ebenfalls an dem unter dem Mikroskop ausgebreiteten Mesenterium beobachtet, dass austretende farblose Blutkörperchen in die die Blutgefässe einscheidenden Lymphgefässe eintreten, um dann also als Lymphkörperchen weiter geführt zu werden. Man wird hiernach gewiss geneigt sein, jene Lehre für eine wohlbegründete zu halten. Dennoch vermochte ich trotz langer Beschäftigung mit dieser Frage nicht zu einer klaren Ueberzeugung zu kommen und kann einige Bedenken nicht unterdrücken. Erstlich ist es durchaus nicht leicht, ein einzelnes bestimmtes Körperchen auf seinem gan-

1) S. Kosinski Wiener med. Wochenschr. 1868. Nr. 56 u. 57.

zen Wege von dem Blutstrome durch die Venenwand hindurch bis in die Umgebung zu verfolgen und den Verdacht auszuschliessen, dass die austretenden Zellen nicht etwa bloss aus der Gefässwand, resp. den angränzenden Bindegewebsschichten herrühren; und zweitens tritt die Auswanderung nicht etwa kurz nach der Ausbreitung des Mesenterium auf, sondern erst nach Stunden, wenn sich bereits die erheblichsten Verlangsamungen und Störungen der Circulation eingestellt haben. Allerdings habe ich nun die Auswanderung farbloser Blutkörperchen unter viel günstigeren Umständen ohne so erhebliche Veränderungen der Blutströmung im Schwanz narcotisirter Froschlarven in unzweifelhafter Weise an den Capillaren, kleinen Venen und Arterien beobachten können, und ich würde hiernach nicht anstehen, die Lehre, dass die wandernden Zellen des Bindegewebs aus dem Blutstrom herrühren, anzuerkennen, wenn nicht 1) in Folge der Narkotisirung eine gewisse Verlangsamung der Circulation doch noch vorhanden gewesen wäre, wenn es sich 2) nicht um embryonale Gewebe gehandelt hätte und wenn nicht 3) noch eine weitere Beobachtung hinzugekommen wäre, welche mahnen muss, mit diesen so beweglichen und so wanderlustigen Elementen äusserst vorsichtig zu sein. Ich habe nämlich wahrgenommen, dass nicht nur farblose Zellen aus der capillaren Blutbahn aus–, sondern auch wandernde Körperchen des Bindegewebes in jene eintraten, sie schritten hier mit lang ausgestreckten Fortsätzen an der Wand fort, um dann an einer andern Stelle wieder auszuwandern. Wie wäre es, wenn etwa auch bei jenen Beobachtungen am Mesenterium die austretenden Zellen nur solche Eindringlinge gewesen wären, welche entweder an einer nahe gelegenen Stelle der Gefässwand (also einer Vene oder einem Capillargefäss), oder vielleicht auch entfernter an den Arterien eingekrochen, und zuvor doch im umgebenden Gewebe gebildet waren?

Mögen nun die Lymphkörperchen, resp. die wandernden Bindegewebszellen an Ort und Stelle, wo wir sie im Gewebe antreffen, entstehn, etwa unbewegliche Bindegewebskörperchen mobilisirt werden, wie ich es schon früher als nicht unmöglich hingestellt habe, oder mögen sie den Geweben von weit her im Blutstrom zugeführt werden, so viel ergeben die obigen Erfahrungen jedenfalls, dass sie sich in Räumen bewegen müssen, welche mit der Blutgefässlichtung in dem unmittelbarsten Zusammenhang stehen. Je grösser die Zinnobermenge, welche in den Blutstrom eingeführt wird, desto reichlicher sind Körperchen in den Lymphsäcken des Frosches, welche gefärbt sind. Hering fand, dass während einer stundenlangen Opiumnarkose die Lymphgefässe der Leber ausserordentlich reichliche Lymphkörperchen neben rothen Blutkörperchen enthielten und Toldt beobachtete, dass, wenn gleichzeitig ungelöstes Anilin in die Blutbahn eingeführt wurde, sich die Lymphbahnen in der Marksubstanz der Leberlymphdrüsen ganz prall mit blaugefärbten Zellen (angeblich ohne dass freie Farbstoffkörnchen vorhanden waren) füllten, zwischen welchen Haufen von rothen Blutkörperchen steckten. Die fast constant in der Lymphe, namentlich reichlich im Chylus vorhandenen

rothen Blutkörperchen hat man früher bisweilen als in der Lymphbahn aus Lymphkörperchen neu gebildete angesprochen, später hat man sie gewöhnlich durch Gefässzerreissungen in die Lymphbahn gelangen lassen; nach den neueren Erfahrungen über die Permeabilität der Blutgefässwandungen (s. Blutgefässe) und über den Zusammenhang der Blutcapillaren mit den Saftcanälchen, hat das Vorhandensein von rothen Blutkörperchen nichts Befremdendes mehr.

Die serösen Transsudate der grossen Körperhöhlen zeigen in allen Beziehungen, in der Gerinnungsfähigkeit, der Zahl und Beschaffenheit der zelligen Elemente, im normalen Zustande wenigstens die vollste Uebereinstimmung mit der Lymphe; es ist nur noch zu bemerken, dass in ihnen nicht selten grosse sogen. Körnchenkugeln zu treffen sind, welche, frisch untersucht, zahllose contractile, sich stets verändernde, ausserordentlich feine Fädchen, gleichsam Fangarme an ihrer Oberfläche tragen und wahrscheinlich die in ihrem Leib aufgespeicherten Körnchen von aussen her sich einverleibt haben.

Neuere Literatur.

Barthol. Panizza. Sopra il sistema linfatico del rettili Pavia 1833 u. Josephus Meyer Systema amphibiorum lymph. Berolini 1845. H. Müller. Zur Morphologie des Chylus u. Eiters. Wurzburg 1855. F. Noll, Henle's Zeitschr. Bd. IX. Remak, Müller's Archiv 1830. S. 79 u. 183. A. Kölliker, Würzb. Verhandl. IV u. Annales des sciences naturelles 1846 u. Handbuch der Gewebelehre, 5te Aufl. 1867. O. Heyfelder. Ueber den Bau der Lymphdrusen, Breslau 1851. E. Brücke, Sitzungsbericht und Denkschrift d. Wien. Akademie, 1852—1855. Donders, Nederl. Lanc. 1852. Cnopp-Koopmans, Nederl. Lanc. 1853. A. Zenker, Zeitschr. f. wissensch. Zoologie VI. Funke, ebendaselbst. Rud. Heidenhain, Symboln ad anat. glandul. Peyeri, Breslau 1859 u. Moleschott's Untersuch. IV. Th billroth, Beiträge zur pathol. Histologie, Berlin 1858. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie XI. Virchow's Archiv XXI. W. His, Zeitschr. f. wissensch. Zoologie XI, XII, XIII u. XV. H. Frey, Vierteljahrschr. d. naturf. Gesellsch. in Zürich, 1860 u. 1862, Untersuchungen über den Bau der Lymphdrüsen. Leipzig 1861. Ferner Handbuch der d. Histologie u. Histochemie, 2te Auflage, Leipzig 1867. L. Teichmann, Das Saugadersystem, vom anatomischen Standpuncte, Leipzig 1861. W. Krause, Anatom. Untersuchungen 1860. Piers Walter, Unters. uber die Textur d. Lymphdrüsen, Dorpat 1860. Ad. Kjelberg, studier i Läran om lymphkärlens ursprung, Upsala 1861. F. v. Recklinghausen, die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe, Berlin 1862. Zur Fettresorption Virch. Archiv XXVI, über Eiter- und Bindegewebskörperchen XXVIII. W. Müller, Zeitschr. f. rationelle Medic. XX. C. Ludwig u. W. Tomsa, Sitzungsber. d. Wien. Akademie XLIII, 1861 und XLVI 1862. C. Ludwig, Ursprung der Lymphe, Wiener med. Jahrbücher 1863. W. Tomsa, ebendas. 1862. Ludwig u. Zawarykin, zur Anatomie der Niere, ebendas. XLVIII, 1863, u. Zeitschr. f. rat. Med. XX E. Ödmansson, Virch. Anh. XXVIII. C. Langer, Ueber das Lymphgefässsyst. d. Frosches. Bericht d. Wien. Akadem. LIII u. LV, 1866 u. 1867. Franz Th. Schmidt, Det folliculaere Kjertelvaev, Kopenhagen 1862. N. Kowalewsky, Sitzungsber. d. Wien. Akademie XLVIII. C. Hueter, Medic. Centralblatt, 1865. L. Auerbach, Virchow's Archiv XXXIII. C. Ludwig, Schweigger-Seidel, Dogiel u. Dybkovsky, Berichte d. Kön. Sächs. Gesell. Leipz. 1866—1867. Enr. Sertoli, Sitzungsber. d. Wien. Akadem. LIV 1866. Gust. Herbst, das Lymphgefässsystem u. seine Verrichtung, Göttingen 1844. A. Waller, The philosoph. magazine and Journal of science XXIX 1846. Jul. Cohnheim, Virchow's Archiv XL u. XLI. Friedr. Alb Hoffmann u. F. v. Recklinghausen, Centralbl. 1867, u. Hoffmann, Virchow's Archiv XLII. Ew. Hering, Sitzungsber. d. Wien. Akad. LVI 1867. C. Toldt, ebendas. LVII 1868. W. Engelmann, Ueber die Hornhaut des Auges, Leipzig 1867. S. Chrzonszczewsky, Virchow's Archiv XXXV. N. Afonasiew, Virchow's Arch. XLIV. F. Lösch, ebendaselbst.

Capitel X.

Milz.

Von

Wilhelm Müller

in Jena.

Der Bau der Milz schliesst sich an jenen der Lymphdrüsen auf das innigste an. In beiden Organen verzweigt sich ein von der Kapsel ausgehendes, bei vielen Thieren muskelreiches Balkensystem, dessen Contractionen eine Verkürzung bestimmter Gefässbahnen und eine Entleerung der im Parenchym enthaltenen Flüssigkeiten zur Folge haben. In beiden Organen wird das cytogene oder adenoide Gewebe benützt, um wenigstens einen Theil der Blutgefässe mit zellenreichen Scheiden zu umhüllen, deren rundliche, an Capillaren reiche Auftreibungen in den Lymphdrüsen die Follikel, in der Milz die sogen. Malpighi'schen Körper darstellen. In beiden Organen erleidet die Wandung bestimmter Gefässe eine eigenthümliche Modification, welche sich als eine Auflösung in ein Netz embryonaler Zellen charakterisiren lässt, dessen Interstitien von der in den betreffenden Gefässen enthaltenen Flüssigkeit, in dem einen Falle Lymphe, in dem andren Blut, durchströmt werden. Es ist nur eine Folge dieser Uebereinstimmung im Bau, wenn gewisse Krankheitsursachen auf beide Organe in gleicher Weise verändernd einwirken, wie dies bei dem Processe des Typhus, der Leukämie und gewissen Formen der Lymphdrüsensarkomatose (Hodgkin's Krankheit) der Fall ist.

Nicht allen Wirbelthieren scheint eine Milz zuzukommen. Bei den Leptokardiern und Myxinoiden ist der Nachweis des Organs bisjetzt nicht geführt. Bei den übrigen Wirbelthieren, welche das Organ besitzen, ist es stets das Bauchfell, in dessen Plätten dasselbe eingeschlossen ist. Dabei kann die Lagerung Verschiedenheiten darbieten, je nachdem das Mesogastrium, das Mesenterium des Darms oder der Bauchfellüberzug des Pankreas zur Entwicklung

benützt ist. Letztere selbst erfolgt wieder bei verschiedenen Wirbelthierabtheilungen auf verschiedene Weise. Bei den Schlangen und Sauriern bleibt der Bestandtheil, welcher sich bei allen übrigen Wirbelthieren zum vorwiegenden entwickelt, rudimentär, während ein bei letzteren accessorischer Apparat, welcher mit den cytogenen Gefässscheiden der Lymphdrüsen und lymphoiden Drüsen übereinstimmt, hier zum vorwiegenden Bestandtheil wird. Die Milz dieser Thiere bildet in Folge dieser Entwicklungsweise den Uebergang von den Lymphdrüsen und lymphoiden Drüsen zu der Milz der übrigen Wirbelthiere. Diese Eigenthümlichkeiten des Baus rechtfertigen es, wenn im Nachstehenden die Milz der Schlangen und Saurier gesondert von jener der übrigen Wirbelthiere geschildert wird.

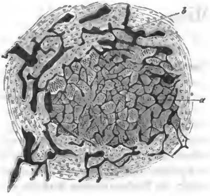


Fig. 64. Aus der Milz von Tropidonotus natrix. *a* Follikel mit dem Capillarnetz. *b* Scheidewand mit dem Venenplexus.

Die Milz der Reptilien. Bei den Schlangen am oberen Ende des Pankreas, bei den Sauriern an der linken Seite des Magens liegend, zeigt die Milz schon dem freien Auge bei ersteren ein körniges, bei letzteren ein mehr gleichförmiges Gefüge. Sie besitzt eine Kapsel, welche aus fibrillärem Bindegewebe und feinen elastischen Fasern besteht. Die Interstitien der Bindegewebsfibrillen sind namentlich in den mittleren Lagen der Kapsel reich an lymphkörperartigen Zellen. In den untersten Lagen beobachtet man an nicht injicirten Präparaten regelmässig Züge glatter Muskeln. Am Injectionspräparat erscheint hier ein so reicher Plexus von Venen, dass, wenn nicht alle, so doch die Mehrzahl dieser glatten Muskeln den Gefässwandungen zugeschrieben werden muss. Die Kapsel sendet in ziemlich regelmässigen Abständen scheidewandartige Fortsätze in das Innere des Organs. Diese Fortsätze stimmen in ihrem Bau mit jenem der Kapsel überein; sie stehen im Innern des Organs durch Ausläufer unter einander in Zusammenhang. Sie verbreitern sich stellenweise, indem ihre Bindesubstanz mit zahlreichen Lymphkörpern sich infiltrirt, und erfüllen in dieser modificirten Form alle Zwischenräume des eigentlichen Parenchyms.

Letzteres tritt auf in Form rundlicher, kugeliger Massen (Globi oder Follikel), deren Durchmesser bei den einheimischen Thieren zwischen 0.5 und 0.75 Millim. schwankt. Die einzelnen Follikel setzen sich zusammen aus Zellen und einer netzförmigen Zwischensubstanz.

Die Zellen stimmen mit den Lymphkörpern der betreffenden Thiere über-

ein, wie diese bestehen sie aus hüllenlosen Protoplasmaklumpen mit centralem Kern. Regelmässig finden sich dazwischen grössere Elemente mit zwei bis drei Kernen, welche auf einen Vermehrungsprocess schliessen lassen. An der Peripherie der einzelnen Follikel pflegen die Zellen dichter gelagert zu sein, als in deren Centrum. Sie werden unter einander verbunden durch eine im frischen Zustand blasse, sehr feinkörnige, zähe Zwischensubstanz. An Präparaten, die in verdünnten Chromsäurelösungen gehärtet sind, erkennt man ein Netz zarter Fäden. An der Peripherie der Follikel wird das Netz deutlicher fibrillär und seine Maschen gestreckter; die Interstitien werden auch hier von dichtgedrängten, lymphkörperartigen Zellen erfüllt. Dieses dichtere Netzwerk übernimmt die Abgrenzung der Follikel nach Aussen; eine zusammenhängende Membran lässt sich in ihrem Umfang weder am frischen noch am gehärteten Präparat nachweisen.

Die Blutgefässe der Reptilienmilz bestehen in Arterien, Capillaren und Venen. Die Arterie tritt in die Milz der Schlangen an einer dem Pankreas zugekehrten, bisweilen hilusartig eingebuchteten Stelle ein und verläuft in einer scheidenartigen an Lymphkörpern reichen Bindegewebshülle gegen das Centrum. Hier verzweigt sie sich in feine Aeste, welche alle der Mitte der einzelnen Follikel zustreben. Hier angelangt, lösen sich die kleinsten Arterienäste in ein sehr charakteristisches Capillarnetz auf, welches die Follikel erfüllt. Dasselbe bildet Maschen von 0.015 bis 0.03 Millim. Spannweite, in welche das Parenchym eingebettet ist. Die Form der Maschen ist eine eckige, auffallend an jene fötaler Capillarnetze erinnernd, das Caliber zeigt oft auf kurzen Strecken beträchtliche Differenzen, die Wandung entspricht zum Theil in ihrem Baue vollkommen gewöhnlichen Capillargefässen, zum Theil wird sie gebildet von unverschmolzenen, kernhaltigen Zellen, welche von denen des umgebenden Parenchyms nur wenig durch ihre mehr gestreckte Form sich unterscheiden. Gegen die Peripherie der einzelnen Follikel zu verengern sich die Maschen des Capillarnetzes unter Erweiterung des Lumens, um allmählich in einen reichen Plexus sehr dünnwandiger Venen überzugehen, welche die Follikel umspinnen. Aus diesen Venen, welche zum Theil nur von einer dünnen, zellenreichen Bindesubstanzlage umfriedigt sind, sammelt sich das Blut in grösseren mit Epithel und Muskellage versehenen Aesten, welche theils längs der Scheidewände im Innern des Organs, theils in den untersten Lagen der Kapsel der Eintrittsstelle der Arterie zustreben, um neben letzterer als Milzvene das Organ zu verlassen. Der Umstand, dass man ungemein häufig die Wandung eines Theils der Capillaren in der Schlangenmilz von einer Beschaffenheit findet, welche an den embryonalen Bau dieser Theile erinnert, lässt vermuthen, dass neben einer fortlaufenden Neubildung von Lymphkörpern eine solche von Capillaren einhergehe. In welcher Beziehung dieser Befund zur Function des Organs stehe, lässt sich zur Zeit nicht angeben. Der Plexus dünnwandiger Venen, welcher die Peripherie der Follikel umspinnt, erinnert an die Lymphräume, welche die Peripherie der Lymphdrüsenfollikel umgeben; er stellt zugleich

das Rudiment einer Milzpulpa dar. Lässt man die Wandelemente dieser Canäle zu einem das Lumen durchsetzenden Netzwerk sich entwickeln, so erhält man ein Gewebe von den wesentlichen Eigenschaften der Milzpulpa, wie sie den übrigen Wirbelthieren zukommt.

Ueber die Lymphgefässe und Nerven der Reptilienmilz fehlen zur Zeit Beobachtungen.

Die Milz der Fische, Amphibien, Schildkröten, Vögel und Säugethiore. So verschieden dio Lagerungsverhältnisse der Milz bei den einzelnen angegebenen Abtheilungen sich verhalten, stimmt doch der Bau des Organs in den wesentlichen Punkten bei allen überein. Stets wird das Organ überzogen von einer Kapsel, welche Fortsetzungen in das Innere abgibt. Diese stehen entweder in bestimmter Beziehung zum Venensystem des Organs, als solche bilden sie die Venenscheiden und Trabekeln, oder zum Arteriensystem in Form der Arterienscheiden. Dio Interstitien dieser Gebilde worden ausgefüllt von dem eigentlichen Parenchym, welches den Namen der Milzpulpa führt.

Die Kapsel der Milz. Die Dicke der Milzkapsel steht, wie es scheint, stets im geraden Verhältniss zum Volum des Organs. Sie wird beim Embryo von einem kurzen Cylinderepithel von der Form des gewöhnlichen Peritonäalepithels überzogen; dieses verflacht sich mit zunehmendem Wachsthum des Organs und bildet beim Erwachsenen zarte, theils quadratische, theils rhomboidale Plättchen. Bei allen Wirbelthieren geht in die Zusammensetzung der Kapsel fibrilläres Bindegewebe ein, welchem elastische Fasern in reichlicher Menge beigemischt sind. Bei den Fischen und Amphibien bilden diese Elemente nach den bisjetzt vorliegenden Untersuchnngen die ganze Kapsel. Bei den höheren Wirbelthieren, von den Schildkröten an, gesellen sich glatte Muskeln in verschiedener Mächtigkeit hinzu. Sie sind stets an die tieferen Lagen der Kapsel gebunden. Bei den Raubthieren, den Wiedorkäuern, dem Schwein sind sie so mächtig entwickelt, dass schon der physiologische Versuch des Eintauchens der Milz in warmes Wasser ihre Anwesenheit bekundet, bei den Nagern, Flederthieren, Affen treten sie viel spärlicher auf. Sie sind ferner sehr spärlich vorhanden in der Milzkapsel des Menschen, wenn sie hier überhaupt einen constanten Bestandtheil bilden.

Balken und Venenscheiden. Die Zusammenstellung dieser beiden Bestandtheile rechtfertigt sich durch die constante Beziehung, in welcher sie zu einander stehen. Von den unteren Lagen der Milzkapsel heben sich in regelmässigen Abständen mit freiem Auge erkennbare Gewebszüge ab, um als cylindrische Stränge, sogen. Milzbalken, Trabeculae lienis, in das Innere des Organs überzutreten. Sie stehen durch seitliche Abzweigungen unter einander in Verbindung und bilden ein die ganze Milz durchsetzendes Netz. Sie

1) Ich mache daranf aufmerksam, dass sich unter den Reptilien noch Thiere finden dürften, bei welchen eine solche weitere Entwicklung in der That Platz greift.

wiederholen den Bau der unteren Kapsellagen mit der Modification, dass constant mindestens ein grosser Theil von ihnen Züge glatter Muskeln enthält. Eine gewisse Zahl dieser Balken strebt stets den Venenverzweigungen zu, um sich unter spitzen oder rechten Winkeln an deren Wandungen anzusetzen. Der Bau der letzteren wird dadurch complicirt, dass die Milzvene bei ihrem Eintritt in das Organ von der Kapsel eine ringförmige Umhüllung erhält, welche mit der Venenwand alsbald fest verwächst. Letztere erhält dadurch eine auffallend steife Beschaffenheit und wird zugleich, indem an die verstärkte Wandung zahlreiche Balken sich ansetzen, am Collaps gehindert, wodurch ihre Beschaffenheit jener der Hirnhautsinus ähnlich wird. Diese modificirte Venenwand wird nun früher oder später unvollständig, indem die muskelführenden Bindegewebslagen der Wand in schmale Züge sich spalten, zwischen welchen das Lumen nur von der Epithelschicht und einer die Intima repräsentirenden zarten, zellenreichen Bindesubstanzlage begrenzt wird. Diese Auffaserung der äusseren Wandschichten kann schon im Stamme der Milzvene beginnen, wie bei den Wiederkäuern, häufiger tritt sie erst an den kleineren Aesten auf, wie bei den Menschen. Die schmalen, muskelführenden Gewebszüge, in welche die sinusartige Venenwand sich spaltet, verlaufen noch eine kürzere oder längere Strecke weit längs der Verzweigungen, um schliesslich seitlich abzubiegen und mit dem Balkennetz des Organs in continuirliche Verbindung zu treten. W. Müller.

Der Nutzen, welchen die Verbindung des Balkennetzes der Milz mit der Venenwand gewährt, ist leicht einzusehen. Die longitudinalen Muskelbündel der letzteren streben die Canäle zu verkürzen, die seitlich sich ansetzenden Trabekeln, sie zu erweitern. Dadurch werden die für den Abfluss günstigsten Bedingungen hergesellt (Tomsa). Eine gleichzeitige Contraction der Muskeln der Kapsel und der Balken muss ferner auf das zwischenliegende Parenchym einen Druck ausüben, welcher die einer Ortsveränderung fähigen Bestandtheile des letzteren nöthigt, in die Räume geringster Spannung überzutreten (W. Müller).

Arterienscheiden. Bei ihrem Eintritt in den Hilus des Organs erhalten die Arterien von der Kapsel eine Scheide, mit welcher die Gefässwand locker verbunden ist. Diese Scheide besteht aus fibrillärem Bindegewebe mit zahlreichen elastischen Fasern und in mässiger Zahl zwischen den Bündeln liegenden Zellelementen: sowohl rundlichen, lymphkörperartigen Zellen als elliptischen nur an den Polen mit kurzen Protoplasmaanhäufungen versehenen Kernen. Die Scheiden begleiten die Arterienzweige ohne wesentliche Modification im Bau bis zu den Punkten, an welchen der vorher gemeinsame Verlauf von Arterien und Venen sich trennt, was an den Arterienzweigen von 0.3 bis 0.2 Millim. Durchmesser einzutreten pflegt. Von diesem Punkte an erleiden die Arterienscheiden eine bemerkenswerthe Modification in ihrem Bau. Diese Modification besteht in cytogener Umwandlung ihrer Bindesubstanz unter gleichzeitiger Verbreiterung. Dem entsprechend lockern sich die Bindege-

websbündel in der ganzen Dicke der Scheide, ihre Fibrillen werden zarter und netzförmig, in den Interstitien finden sich lymphkörperartige Zellen in reichlicher Menge. Dadurch werden zellenreiche, cylindrische Hüllen hergestellt, welche sich längs der Arterienzweige entweder bis zu deren Uebertritt in die Blutbahnen der Pulpa, wie bei den Fischen, Amphibien und Schildkröten, oder bis zu deren Uebergang in die Capillaren, wie bei Vögeln und Säugethieren, erstrecken. Bei den erstgenannten Thieren kommt es nur selten zu einer weiteren Entwicklung dieser Scheiden; bei Vögeln und Säugethieren dagegen zeigen sie regelmässig rundliche oder ellipsoidische, scharf umschriebene Auftreibungen von 0.3 bis 1 Millim. Durchmesser, welche als die Malpighi'schen Körper der Milz dem freien Auge leicht durch ihre weissliche Farbe erkennbar sind. Sie stellen, wie jetzt allgemein angenommen wird, lokale Hyperplasien der cytogenen Bindesubstanz der Arterienscheiden dar. Ihr Lagerverhältniss zu den zugehörigen Arterienzweigen ist verschieden. Je nachdem sie gleichmässig vom ganzen Umfange der Arterienscheiden oder von umschriebenen Stellen der letzteren aus sich entwickeln, umfassen sie die zugehörige Arterie ringförmig oder excentrisch oder liegen derselben nur seitlich an.

Das Parenchym der Malpighi'schen Körper wird gebildet von Zellen und einer netzförmigen Zwischensubstanz. Die Zellen stimmen mit den Lymphkörpern der betreffenden Thiere überein; constant finden sie sich in verschienen Entwicklungsstufen vor, indem kleinere einkernige, mit grösseren mehrkernigen abwechseln. . Sie sind gleich jenen der Milzpulpa amöboider Bewegungen fähig. An der Peripherie der Malpighi'schen Körper pflegen sie dichter gelagert zu sein als in deren Centrum. Unter gleichen Bedingungen mit Carminlösung behandelt, färben sie sich intensiver als jene der Pulpa, ohne dass bisjetzt entschieden wäre, ob die intensivere Färbung Folge ist eines reichlicheren Gehalts an imbibitionsfähigem Protoplasma oder einer Verschiedenheit der durchtränkenden Flüssigkeiten.

An die Zellen schliesst sich eine zarte Zwischensubstanz an (Periplast Huxley). Sie bildet um die einzelnen Zellen oder um Gruppen solcher ein Netzwerk, welches frisch untersucht aus einer blassen, äusserst feinkörnigen zähen Substanz besteht, an Chromsäurepräparaten in Form zarter Fäden auftritt. An der Peripherie der Malpighi'schen Körper verdichtet sich dieses Netz, die einzelnen Fäden werden ausgebildeten Bindegewebsfibrillen ähnlicher, die Maschen enger und mehr langgestreckt, ohne dass es zur Bildung einer geschlossenen Membran käme, wie Henle zuerst richtig nachgewiesen hat.

Pulpa. Das Gewebe der Milzpulpa setzt sich zusammen aus Zellen und einer Intercellularsubstanz. Erstere gleichen auch hier den Lymphkörpern derselben Thiere, constant finden sich kleinere einkernige neben grösseren mehrkernigen, was auf einen fortlaufenden Neubildungsprozess schliessen lässt. Mit Carmin färben sie sich blasser als jene der Malpighi'schen Körper. Wie diese sind sie amöboider Bewegungen fähig (Cohnheim). Sehr häufig findet man ausserdem, namentlich bei älteren Thieren, in der Milzpulpa grössere

Zellen, welche entweder körniges Pigment von den Eigenschaften des Hämatoidin, oder rundliche Gebilde von dem Aussehen farbiger Blutkörper enthalten. Es ist zu vermuthen, dass die Mehrzahl dieser blutkörperhaltigen Zellen einer Einwanderung farbiger Blutkörper in das Protoplasma anliegender Pulpazellen ihre Entstehung verdankt.

Die Zellen der Pulpa werden unter sich verbunden durch eine Zwischensubstanz. Diese ist von Tigri zuerst gesehen, von Billroth eingehender beschrieben worden. Sie erscheint frisch untersucht als eine blasse schwachlichtbrechende, äusserst feinkörnige, zähe Substanz, welche zwischen dem Protoplasma der einzelnen Zellen ein zartes Netz bildet. An Chromsäurepräparaten nimmt sie die Beschaffenheit homogener, netzförmig verbundener Fäden an. An der Peripherie der Malpighi'schen Körper setzt sie sich ohne scharfe Grenze in die Intercellularsubstanz von deren Grenzschichte fort. In der Nähe der Kapsel, ferner an den Capillarenden und den Venenanfängen wird die Zwischensubstanz stärker lichtbrechend und deutlicher fibrillär; sie setzt sich hier einerseits mit zahlreichen Ausläufern in die Bindesubstanz der Kapsel, andrerseits in die Adventitia fort, welche die Capillaren und Venenanfänge umspinnt.



Fig. 65. Aus der Milz des Igels. *a* Malpighi'sches Körperchen mit seinem Gefässapparat. *b* Milzpulpa mit der intermediären Blutbahn und bei *c* den Venenanfängen.

Zellen und Intercellularsubstanz der Pulpa sind nicht so dicht gefügt, wie jene der Malpighi'schen Körper; sie lassen vielmehr allenthalben rundliche und spaltförmige Räume zwischen sich, in welchen man an Milzen, welche nach Unterbindung der Gefässe frisch den Thieren entnommen und in Chromsäurelösungen bei 0° gehärtet worden sind, constant farbige Blutkörper antrifft.

B l u t g e f ä s s e d e r M i l z. Arterien und Venen treten gemeinsam mit einem oder mehreren Stämmen im Hilus des Organs in das Innere. Beide Gefässe mit ihren Scheiden verlaufen eine Strecke weit neben einander, baumförmig sich verzweigend. Bei einem Durchmesser von 0.3 bis 0.2 Millim. angelangt, trennen die Arterien ihren Verlauf von jenem der Venen. Der Charakter ihrer Verzweigung bleibt der baumförmige, ohne Anastomosenbildung zwischen den Aesten. Während dieses Verlaufs geben die Arterien Zweige für die umhüllenden Scheiden ab, sie gehen in letzteren in ein spärliches, langgestreckte Maschen bildendes Capillarnetz über. In den Malpighi'schen Körpern entwickelt sich letzteres reichlicher und bildet namentlich gegen deren Peripherie hin engere Maschen. Das Caliber dieser Capillaren ist in der Regel

ziemlich fein, dabei nicht selten ungleichmässig, ebenso zeigt der Bau der Wandung Verschiedenheiten, indem letztere ebensowohl die Beschaffenheit ausgebildeter als jene embryonaler Capillaren bieten kann. (Huxley, W. Müller.) An der Grenze der Malpighi'schen Körper gehen die Capillaren constant theils in die intermediären Blutbahnen, theils in die kleinen Venenanfänge über. Eigene Venenästchen kommen den Arterienscheiden von dem Punkt an, wo sie cytogen umgewandelt werden, nicht zu.

Die Arterienenden gehen rasch in bei den Säugethieren gewöhnlich mehrfache gestreckt verlaufende Capillaren über, welche von einer schmalen, bindegewebigen Adventitia umgeben werden. Sie zeigen in der Regel den Bau ausgebildeter Capillaren, bisweilen sind auch sie auf grössere Strecken von unverschmolzenen, protoplasmareichen Zellen aufgebaut (Uebergangsgefässe Schweigger-Seidel). Nach kürzerem oder längerem Verlauf wird die Capillarwand viel zarter, feinkörnig, ihre Kerne umgeben sich mit deutlichen Protoplasmahöfen, ihre Continuität wird unterbrochen, indem die homogene Wandung in schmale, den Zellen anliegende Streifen sich sondert und in das Zellen- und Fadennetz der Pulpa übergeht. Durch die in der ursprünglichen Capillarwand entstehenden Lücken ergiesst sich das Blut in die von den Zellen und Fasernetzen der Pulpa umfriedigten Hohlräume, die intermediären Blutbahnen. Aus letzteren sammelt sich das Blut in den Venenanfängen. Sie beginnen als siebförmig durchbrochene Kanäle, deren Begrenzug lediglich durch lymphkörperartige Zellen und eine anliegende zarte Intercellularsubstanz hergestellt wird, welche ein zahlreiche Lücken freilassendes Netz bildet. Nach kürzerem oder (beim Menschen und Kaninchen) längerem Verlauf erhält das Venenlumen eine continuirliche Abgrenzung, indem eine Lage spindelförmiger Epithelien mit rundlichem, nicht selten gegen das Lumen prominirenden Kern die Innenwand auskleidet und die dem Epithel aufliegende Bindegewebsschicht sich verdichtet, wobei deren lymphkörperartige Zellen näher aneinander rücken und die deutlicher fibrilläre Intercellularsubstanz ein quer verlaufendes, ziemlich enges Netzwerk bildet (Henle). Die kleineren Venenzweige vereinigen sich baumförmig zu grösseren, an welchen frühzeitig eine aus längs verlaufenden Bindegewebefibrillen mit eingeschalteten Zellelementen bestehende Adventitia auftritt. An diese Zweige legen sich von benachbarten Balken cylindrische Muskelbündel der Länge nach an, welche mit der Wand sofort fest verwachsen. Indem dies nach und nach von mehreren Seiten geschieht, erhalten die sich vergrössernden Venenzweige ihre schon früher beschriebene starre, den Hirnhautsinus ähnliche Wandung, welche sie bis zu ihrem Austritt aus dem Organ beibehalten.

Die vorstehende Darlegung der Kreislaufsverhältnisse in der Milz gründet sich 1) auf die Beobachtung, dass man an frisch gehärteten, bluthaltigen Milzen sowohl beim Embryo (Peremeschko) als beim Erwachsenen (W. Müller) das Gewebe der Pulpa constant von Blutkörperchen durchsetzt findet, 2) auf die Beobachtung, dass künstliche Injectionen der Milz constant dieselben Räume erfüllen, welche im

natürlichen Zustand Blutkörper führen (W. MÜLLER); 3) auf die Beobachtung, dass auch bei Injection sehr feiner Lykopodiumsamen letztere mit Hülfe der Cellulosereaction allenthalben in der Pulpa nachgewiesen werden können (TIGRI).

Dieser Ansicht steht eine zweite gegenüber, welche, ursprünglich von BILLROTH, GROHE, SASSE und GRAY aufgestellt, neuerdings noch von KÖLLIKER vertreten wird. Nach dieser Ansict besitzt die Milz wie die übrigen Organe des Körpers ein allseitig geschlossenes Gefässsystem von gewöhnlichem Bau, die Venen bilden allenthalben plexusartige Anastomosen, zwischen welchen das von Capillaren durchzogene Parenchym in Form von Strängen (intervasculäre Gewebsstränge BILLROTH) oder Kolben (GROHE, SASSE) enthalten ist. Schon in meiner Arbeit über die Milz habe ich auseinandergesetzt, warum ich dieser Ansicht nicht beipflichten kann; ich habe sie ausserdem an einer Reihe von injicirten Kaninchenmilzen und einer Affenmilz, welche mir von C. THIERSCH zur Disposition gestellt waren, und an der Amyloidmilz des Menschen neuerdings geprüft, ohne Thatsachen aufzufinden, welche für die BILLROTH-SASSE'sche Annahme sich verwerthen liessen. KÖLLIKER führt für letztere ausser dem früher schon erörterten Grund noch an, 1) dass der Blutstrom bei freiem Durchgang durch die Pulpa zu viel Hindernisse erfahren würde, 2) dass die frische Milz stets sauer reagire, 3) dass seit dem Erscheinen meiner Arbeit Niemand für die darin enthaltenen Angaben sich ausgesprochen habe, 4) dass diese Angabe ein Novum darstellen würden. Der erste Grund widerlegt sich durch eine Vergleichung des Blutdrucks in der Art. lienalis mit dem Lymphdruck im Vas afferens einer beliebigen Lymphdrüsengruppe, der zweite ist mit dem ersten besten neutralen Lackmuspapier leicht zu widerlegen, der dritte ist durch die Arbeit von PEREMESCHKO, die einzige, welche auf die Frage eingeht, hinfällig geworden.

L y m p h g e f ä s s e d e r M i l z. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Milz aller Wirbelthiere Lymphgefässe besitzt. Man unterscheidet oberflächliche und tiefe. Erstere verlaufen in der Kapsel und bilden einen dichten Plexus, von welchem aus Stämme im Inneren eines Theils der Trabekeln in die Tiefe treten, um mit den Lymphgefässen im Inneren des Organs zu anastomosiren (TOMSA). Letztere sind wie gewöhnlich mit ihrem Verlauf an jenen des Arteriensystems gebunden; sie bilden zwischen den Arterien und deren Scheiden lockere Netze, welche sich bis in die Nähe der Arterienenden erstrecken. Nach den Beobachtungen TOMSA's dringen sie in die cytogenen Scheiden und deren umschriebene Auftreibungen ein, ein Netzwerk bildend, welches an der Peripherie dieser Gebilde von den Hohlräumen der anliegenden Pulpa nur unvollkommen abgegrenzt ist.

N e r v e n d e r M i l z. Auch die Nerven der Milz begleiten das Arteriensystem in seinem Verlauf. Sie bestehen überwiegend aus REMAK'schen Fasern. Sie scheinen wenigstens zum Theil in eigenthümlichen Apparaten zu endigen, welche die Capillarenden umhüllen (W. MÜLLER). Diese Apparate bilden Ellipsoide, in deren grossen Achsen je ein Capillargefäss verläuft. Die Substanz der Ellipsoide besteht aus einer blassen, sehr feinkörnigen Substanz, in welcher oblonge Kerne eingebettet sind (SCHWEIGGER-SEIDEL, W. MÜLLER). Sie sind stark entwickelt in den Milzen der Vögel und Raubthiere, nur angedeutet in jenen der Neger und des Menschen. In ihre körnige Masse treten feine REMAK'sche Fasern ein, deren Endigungsweise noch nicht festgestellt ist. Sie bedürfen fernerer Untersuchung.

Entwicklung der Milz. Bei allen Wirbelthieren geht die Milz aus einem Abschnitt des Peritonäum hervor. Die Lage dieses Abschnitts ist bei den einzelnen Abtheilungen verschieden. Bei den Schlangen ist es der Bauchfellüberzug des oberen Endes des Pankreas, bei den Fischen, Fröschen und Schildkröten das Mesenterium des Dünn- resp. Dickdarms, bei den Salamandern, Sauriern, Vögeln und Säugethieren eine Verlängerung des Mesogastrium, aus welcher das Organ sich entwickelt. Die erste Anlage tritt auf in Form einer gleichförmigen Verdickung des Peritonäum, bedingt durch Vermehrung der dasselbe zusammensetzenden embryonalen Bildungszellen. Diese Verdickung erfolgt sehr früh; sie ist beim Menschen zu einer Zeit bereits nachweisbar, in welcher das Pankreas die ersten Sprossen aus seiner Anlage hervorgetrieben hat. In dieser Zeit lassen sich bereits Blutgefässe bis zur Milzanlage verfolgen (W. Müller[1]). Zwischen den embryonalen Zellen bemerkt man schon in diesem Zeitraum an Chromsäurepräparaten ein sehr zartes, blasses Netzwerk; ob dasselbe durch Auswachsen einzelner Zellen (Peremeschko) oder durch Abscheidung peripherischen Protoplasmas sämmtlicher Zellen zu Stande kommt, vermag ich nicht zu entscheiden. Die weitere Entwicklung erfolgt ziemlich rasch, so dass bei dem menschlichen Fötus von 8 Cent. Länge sämmtliche Bestandtheile bereits differenzirt sind. Es verlängern sich die unter dem Peritonäalepithel liegenden Zellen zu spindelförmigen, kernhaltigen Gebilden und ähnliche umgeben frühzeitig die grösseren Gefässe. Von beiden zweigen sich schmale Züge ab, welche gegeneinander wachsen und die Anlage des Balkensystems darstellen. Längs der Arterienzweige sind bereits dichtere Anhäufungen kleiner, kernhaltiger Zellen bemerkbar, welche an tingirten Präparaten durch ihre intensivere Färbung auffallen, den bei weitem überwiegenden Bestandtheil bildet jedoch die Pulpa. Sie besteht bereits aus Zellen mit 1—3 Kernen und einer zarten Intercellularsubstanz und bildet Netze, deren Interstitien allenthalben von Blutkörperchen erfüllt sind (Peremeschko, W. Müller). Nach Peremeschko kommt es fernerhin zur Entwicklung grösserer 2 bis 6 Kernen enthaltender amöboider Bewegungen fähiger Protoplasmakörper im Gewebe der Pulpa, welche gegen das Ende des Embryonallebens sich zurückbilden. Im weiteren Verlauf der Entwicklung nehmen sämmtliche Bestandtheile an Volum zu; ein Theil der spindelförmigen Zellen der Kapsel und Gefässscheiden wird zu glatten Muskeln. Die zellenreichen Arterienscheiden sondern sich deutlicher von der Pulpa; von der Mitte des Embryonallebens an sind Malpighi'sche Körper erkennbar. Die Hohlräume der Pulpa lassen sich um diese Zeit bereits künstlich injiciren (Peremeschko). Vom Beginn der Differenzirung der einzelnen Bestandtheile an erscheinen, wie Peremeschko richtig angegeben hat, die Zellen der Pulpa blasser und zarter als jene der Arterienscheiden; bei der Erklärung dieses Phänomens ist zu berücksichtigen, dass beide Bestandtheile aus verschiedenen Gewebsanlagen sich entwickeln,

1) Ihr Verhalten bei der ersten Anlage der Milz bedarf weiterer Untersuchung.

die Pulpa aus der Wandung der Venenanfänge, die Arterienscheiden mit den MALPIGHI'schen Körpern aus der die Arterien einhüllenden Bindesubstanz. Es ist von Wichtigkeit, diese Verschiedenheit festzuhalten, weil sie den Schlüssel zur Erklärung einer Reihe vergleichend anatomischer und pathologischer Beobachtungen liefert. Ueber die Entwicklung der Lymphbahnen und Nerven der Milz fehlt es zur Zeit an Beobachtungen.

Literaturverzeichniss.

1) MARCELLI MALPIGHII opera. Londini 1686.
2) FREDERICI RUYSCHII, opera. Amstelodani 1737.
3) JOH. THEOD. ELLER, De liene in HALLER's Dissert. anat. Vol. III.
4) CHRIST. LUDW. ROLOFF, De fabrica et functione lienis. Halae 1750.
5) DE LA LÔNE, Sur la rate. Histoire de l'Académie. 1754.
6) J. F. LOBSTEIN, De liene. Argentor. 1784.
7) GUILELMI HEWSONII, Opus posthumum. Lugd. Bat. 1785.
8) J. P. ASSOLANT, Recherches sur la Rate. Paris 1800.
9) A. MORESCHI, Del verso e primario uso della milza. Milano 1803. De vasorum splenicorum constitutione. Mediol. 1817.
10) JOH. MÜLLER, Ueber die Structur der eigenth. Körperchen in der Milz. Archiv für Anat. und Physiol. 1834.
11) J. HENLE, Allgemeine Anatomie. Leipzig 1841. — Zeitschrift für ration. Medizin. 3. Reihe. Bd. VIII.
12) SCHWAGER-BARDELEBEN, Disquisit. microscop. de glandul. ductu carentium structura. Berolini 1841.
13) KRAUSE, Handbuch der menschlichen Anatomie. Hannover 1842.
14) OESTERLEN, Beiträge zur Physiologie des gesunden und kranken Organismus. Jena 1843.
15) ATTO TIGRI, Nuova disposizione dell' aparecchio vascolare sanguigno della milza umana Bologna 1847. — Il Progresso 1849. — Gazetta medica italiana. Tom. III. 1853.
16) A. KÖLLICKER, Art. Spleen in TODD's Cyclopaedia, London 1849. Handbuch der Gewebelehre. Leipzig 1867. 5. Auflage.
17) A. ECKER, Art. Blutgefässdrüsen in RUD. WAGNER's Handwörterbuch der Physiologie. Braunschweig 1849.
18) SCHAFFNER, Zur Kenntniss der MALPIGH. Körperchen der Milz. Zeitschrift für rationelle Medizin. Bd. VII. 1849.
19) WILLIAM SANDERS, On the structure of the Spleen. London 1850.
20) R. REMAK, Ueber runde Blutgerinsel und pigmenthaltige Zellen. Archiv für Anat. und Physiol. 1852.
21) HUGHES BENNETT, On the function of the Spleen. Monthly Journal of medical Science. Edinb. 1852.
22) FRANZ LEYDIG, Beiträge zur mikrosk. Anatomie der Rochen und Haie. Leipzig 1852. — Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien. Berlin 1853.
23) RUDOLPH VIRCHOW, Zur patholog. Physiologie des Blutes. Archiv für pathol. Anatomie. Bd. V. 1853.
24) THOMAS HUXLEY, On the ultimate Structure and Relations of the MALPIGH. bodies. Quat. Journal of micr. Science II. London 1854.
25) HENRY GRAY, On the Structure and Use of the Spleen. London 1854.
26) GOETHIUS STINSTRA, Commentatio physiologica de funct. lienis. Groningen 1854.
27) F. FÜHRER, Ueber die Milz und einige Besonderheiten ihres Capillarsystems. Archiv für physiol. Heilkunde. 13. Jahrgang 1854.
28) A. SASSE, De Milt. Amsterdam 1855.
29) EDWARDS CRISP, A treatise on the Structure and Use of the Spleen. London 1857.

30) Theodor Billroth, Beiträge zur vergleichenden Histologie der Milz. Archiv für Anat. und Physiol. 1857. — Zur normalen und pathol. Anat. der Milz. Archiv für pathol. Anat. XX und XXIII. — Neue Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Milz. Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie XI.
31) O. Meissner, Zeitschrift für rat. Medicin. 3. Reihe II.
32) L. Fick, Zur Mechanik der Blutbewegung in der Milz. Archiv für Anat. und Physiol. 1859.
33) Sappey, Tract. d'anatomie. 1859.
34) Heinrich Frey, Histologie und Histochemie des Menschen. 2. Auflage. — Das Mikroskop. Leipzig 1867.
35) Nicolaus Kowalewsky, Ueber die Epithelialzellen der Milzvenen und die Malpigh. Körper der Milz. Archiv für pathol. Anat. XIX. XX.
36) F. Grohe, Beiträge zur pathol. Anat. und Physiol. Archiv für pathol. Anat. XX.
37) Ludwig Teichmann, das Saugadersystem. Leipzig 1861.
38) Axel Key, Zur Anatomie der Milz. Archiv für pathol. Anat. XXI.
39) E. Sivén, Om mjeltens anatomi och fysiologi. Dissert. inaug. Helsingfors 1861.
40) Fr. Schweigger-Seidel, Untersuchungen über die Milz. Archiv für pathol. Anat. XXIII und XXVII.
41) Ludwig Stieda, Zur Histologie der Milz. Archiv für pathol. Anat. XXIV. — Ueber das Capillargefässsystem der Milz. Dorpat 1862.
42) A. Timm, Zeitschr. für rat. Medicin. 3. Reihe XIX.
43) W. Basler, Einiges über das Verhalten der Milzgefässe. Würzburger med. Zeitschrift IV.
44) W. Tomsa, Ueber die Lymphgefässe der Milz. Sitzungsberichte der k. k. Akademie zu Wien. 1863.
45) Wilh. Müller, Ueber den feineren Bau der Milz. Leipzig und Heidelberg 1865.
46) Peremeschko, Beitrag zur Anatomie der Milz und Ueber die Entwicklung der Milz. Sitzungsberichte der k. k. Akademie zu Wien. 1867.

Capitel XI.

Die Thymusdrüse.

Von

E. Klein.

Bei Menschen und Säugethieren im jugendlichen Zustande liegt hinter dem oberen Theile des Sternums und theilweise durch die incisura jugularis an die unterste Halsregion heranreichend ein kuchenartiger, gelappter Körper, die Thymusdrüse genannt, der seinem Baue nach an die peripheren Lymphdrüsen anzureihen ist. Er wird umhüllt von einer Kapsel, welche durch Bindegewebsbündel und Gefässe mit dem Organ nicht sehr innig verbunden ist, und die übrigens mit der Grösse desselben an Mächtigkeit zunimmt. Die Zahl und Grösse der Lappen variirt in ziemlich breiten Grenzen. Beim Hunde, beim Schweine und bei der Katze kommen gewöhnlich nur zwei ungleich grosse, neben einander liegende Lappen vor, welche nach aussen und unten in ihren Rändern zugeschärft, dort aber, wo sie miteinander zusammenhängen, bedeutend verdickt sind. Beim Kalbe hingegen besteht sie aus zwei ovalen, kuchenförmigen, an den Rändern nicht zugeschärften Lappen von nahezu gleicher Grösse, welche durch ein cylindrisches kurzes Zwischenstück mit einander verbunden sind. Die Thymus des neugebornen Menschen hinwiederum zeigt zwei oder drei Lappen; im letzteren Falle sind diese so angeordnet, dass einem centralen dickeren Lappen sich jederseits ein bald grösserer, bald kleinerer anlegt. —

Sowohl die einzelnen Lappen der menschlichen Thymus als auch der des Hundes, der Katze und des Schweines können kleinere Anhängsel besitzen, sowie die Einschnitte, durch welche die Lappen der Thymus hervorgebracht werden, bald tiefgreifend, bald weniger deutlich ausgesprochen sind.

Ein jeder Lappen wird durch kleinere unter Winkeln zusammenstossende Furchen in die einzelnen Läppchen, und diese wieder in die letzten Abtheilungen, acini, Alveolen, Körner, richtiger Follikel geschieden. —

Die Kapsel zeigt den gewöhnlichen Bau bindegewebiger Membranen; ihre Elemente sind: wellig verlaufende, zu kleineren und grösseren Bündeln vereinigte Bindegewebsfasern, die sich in allen Richtungen durchflechten, um auf diese Weise eine ziemlich resistente Membran zu bilden; ferner feine elastische Fäserchen, die theils netzartig zusammenhängen, theils in stark geschlungenem Verlaufe zwischen den Bindegewebsbündeln unregelmässig hinziehen; dann prachtvolle, breite, stark glänzende Bänder, die sich durch ihre Schlängelung und Widerstandsfähigkeit gegen Säuren auszeichnen und die im Allgemeinen ziemlich selten sind; und endlich zellige Elemente. Es sind diese entweder den farblosen Blutkörperchen ähnliche, oder mit Fortsätzen versehene sogenannte sternförmige Zellen oder grössere schön granulirte, unregelmässig gestaltete, meist einen kleinen, rundlichen, glänzenden Kern tragende Gebilde. An der äusseren, dem Thoraxraume zugekehrten Fläche der Kapsel lässt sich ein einschichtiges Pflasterepithel von derselben Form und Beschaffenheit wie am Peritoneum mit Leichtigkeit nachweisen: es sind polyëdrische oder wenig in die Länge gezogene, rhombische Zellen mit einem blasigen, rundlichen oder elliptischen Kerne im Innern.

Breitet man ein Stück der vorsichtig abgezogenen Kapsel einer frischen Hundethymus unter Zusatz einer indifferenten Flüssigkeit auf dem Objectträger aus und betrachtet es mit starker Vergrösserung, so kann man nebst den angeführten Elementen, noch die tiefliegende, zierliche Blutgefässvertheilung, ferner die nicht sehr zahlreichen Stämmchen markhaltiger Fasern und endlich noch eigenthümliche Räume finden. Da wo sich zwei oder mehrere stärkere Bindegewebsbündel kreuzen, begegnet man solchen grossen, meist länglichen, an den Begrenzungslinien etwas ausgebauchten Räumen, die von einer einschichtigen Reihe spindeliger, unverhältnissmässig grosser Zellen begrenzt sind, und in deren nächster Umgebung das Gewebe gleichsam als selbständige Wand nur sehr wenig verdichtet erscheint; offenbar haben wir es hier mit zu dem Lymphgefässsystme gehörigen Räumen zu thun, von denen nicht ganz genau zu entscheiden ist, ob sie einfache Lymphsee oder weite dünnwandige Lymphgefässe vorstellen; auffallend ist es, dass die Menge der Lymphkörperchen, die in ihnen angetroffen werden, äusserst gering ist, und zu der Grösse des Lumens in gar keinem Verhältnisse steht.

Das Gewebe, welches die einzelnen Follikel der Thymusdrüse begrenzt, und von der Oberfläche der einzelnen Läppchen aus in die Tiefe dringt, ist ein Bindegewebsmaschenwerk, das, wie dies namentlich bei der Hundethymus sehr schön zu sehen ist, im Allgemeinen aus feineren Fasern besteht, die zu zierlichen rhombischen Maschen angeordnet sind; überall sind letztere mit mehr oder weniger dicht liegenden grösseren Zellen erfüllt und erscheinen diese dort, wo die Follikel frei begrenzt und nicht mit einander confluiren, kleiner und gedrängter, indem das Gewebe sich wie zu einer Kapsel verdichtet.

Was die einzelnen Follikel betrifft, so sind sie entweder ringsherum genau

begrenzt, wie dies sehr häufig beim Kalbe angetroffen wird, oder mehrere derselben sind gegen die Tiefe mit einander verschmolzen, wie beim Hunde und Menschen. Im Ganzen genommen gleichen sie in ihrer Anordnung den im Darme vorkommenden PEYER'schen Plaques.

Die Form der einzelnen Follikel ist länglich, rundlich oder polyedrisch; die der Oberfläche näher gelegenen sind stets grösser als die tieferen; beim Hunde und Kalbe sind die meisten elliptisch.

Den feineren Bau anlangend, treffen wir genau dieselben Elemente und ihre gegenseitige Anordnung wie bei den Lymphfollikeln im Allgemeinen: Nach HIS[1] dringen von den in den Septis verlaufenden Gefässen feine Stämmchen, fast nur Capillaren, ringsherum in die Follikel ein, die mit einander anastomosirend ein nicht sehr engmaschiges Netz bilden; zwischen diesen und im Zusammenhange mit ihnen und mit dem Bindegewebe der Septa findet sich ein äusserst dichtes, dabei sehr zartes Netzwerk ausgespannt, das zum grössten Theile durch vielfach verzweigte und mit einander anastomosirende Zellen gebildet wird und ganz mit Lymphzellen erfüllt ist; ferner engmaschige Netze, die den eben erwähnten sehr ähnlich sehen, von ihnen aber durch den Mangel von Zellen und dadurch, dass ihre Balken besonders an den Knotenpunkten breiter sind, sich unterscheiden. Diese engmaschigen Netze sind die Fortsetzungen der interalveolaren oder interfolliculären Lymphgefässe. Endlich kommen als dritte Form der Trabeculargebilde stärkere langgestreckte Fäden vor, welche zwischen den benachbarten Gefässen oder zwischen diesen und den Bindegewebsseptis ausgespannt sind; sie sind wenig verzweigt, setzen sich mit kegelförmiger, oft faserig gestreifter, kernführender Basis an die Gefässe und haben nicht selten inmitten ihres Verlaufes eine kernhaltige Anschwellung.

Den Inhalt der Follikel resp. der Trabeculargebilde bilden Zellen, die ihrer Grösse nach in drei Kategorien getheilt werden können: erstlich finden sich, und diese bilden den Hauptbestandtheil, gewöhnliche Lymphkörperchen; zweitens grössere, grob granulirte, rundliche, ein- oder mehrkernige Protoplasmakörper, und endlich drittens die HASSALL'schen concentrischen Körperchen[2], von denen ECKER wieder zwei Formen unterscheidet: einfache und zusammengesetzte; die ersteren sind rundliche Blasen von 0.0075—0.009''' Durchmesser, welche im Innern der concentrisch gestreiften Hülle bald nur eine homogene, fettig schillernde Masse, bald daneben noch einen Kern oder ein körniges Conglomerat enthalten; die letzteren sind bis 0.027''' gross und bestehen aus mehreren einfachen Blasen, die von einer gemeinsamen, ebenfalls concentrisch gestreiften Hülle umgeben und zu einem Ganzen verbunden sind; beide Arten der concentrischen Körper kommen nach ECKER in jedem

1) HISS: Beiträge zur Kenntniss der zum Lymphsysteme gehörigen Drüsen; SIEBOLD und KÖLLIKER's Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. 10. S. 333.

2) ECKER: Blutgefässdrüsen in R. WAGNER's Handwörterbuch Bd. 4. S. 115.

Entwicklungsstadium, am reichlichsten jedoch nach der Reife der Thymusdrüse vor.

Gefässe: Beim Kalbe und beim Menschen lösen sich die grösseren Stämme, die in den Septis der einzelnen Follikel verlaufen, in zahlreiche Aeste auf, welche die Follikel allseitig umspinnen[1]; die Arterien senden von hier aus in das Innere derselben Capillaren, welche mit vielen Queranastomosen sich verbinden und nach radialem Verlaufe in Ringsgefässe auslaufen; letztere reichen gewöhnlich nicht bis zur Mitte der Follikel, sondern gehen in die Venenwurzeln über, aus welchen sich das die arteriellen Gefässe dicht begleitende venöse System entwickelt.

Etwas verschieden davon ist die Ausbreitung der Gefässe in der Thymus des Hundes, indem hier von den in den Septis liegenden grösseren Stämmen Aeste in das Innere der Follikel eindringen, um sich nach aussen in das den Follikel ganz erfüllende Capillarmaschenwerk aufzulösen[2].

Die sehr weiten, nur mit Lymphzellen gefüllten Räume, welche in dem die Follikel begrenzenden Gewebe liegen, stehen durch feinere Gefässe mit dem centralen Theile der Follikel in Verbindung. His hält die eben genannten Räume für Lymphgefässe; nach meinen Beobachtungen muss ich es jedoch dahingestellt sein lassen, ob dies einfach Lymphgefässe oder die Follikel umgebende Sinuse sind. —

Nach älteren Angaben[3] sollten die einzelnen Follikel hohle Bläschen sein, die aussen von einer structurlosen, innen von einer bindegewebigen Membran begrenzt und die alle mit einem gemeinsamen Centralkanale in Verbindung stehen sollten.

Jendrássik[4] hat gezeigt, dass die Elementartheile der Thymusdrüse solide Lymphfollikel sind, in deren centralem Theile durch Erweichung eine Höhle zu Stande kommt. Ich finde diese Höhle nur in den Follikeln der menschlichen und der Kalbsthymus und da nicht immer; der centrale Theil der Follikel, der beim Menschen und Kalbe meist nur aus Zellennetzen mit eingelagerten Lymphkörperchen besteht, fällt, nach langsamer Härtung erweicht, bei der Präparation leicht heraus.

Was die physiologische Form der Involution der Thymus anlangt, so besteht sie nach His in einer allmähligen Verödung und Verdrängung des Drüsengewebes durch Fettablagerung, welche von den Septis und der Oberfläche der Follikel allmählig gegen das Innere der letzteren vorschreitet; auch in den frühesten Perioden, wo von Involution noch nicht die Rede sein kann, finden sich in den Scheidewänden der Follikel vereinzelte kleinere Fettzellengruppen.

1) Ecker l. c. und His l. c. 2) Kölliker: Gewebelehre S. 485.

3) J. Simon: A phisiological Essay on the thymus gland. London 1845. 4; Gerlach: Gewebelehre. Mainz. 8. Lieferung 2 u. 3; Ecker l. c.

4) Jendrassik: Anatomische Untersuchungen über den Bau der Thymusdrüse. Juliheft der Sitzungsberichte der k. Akad. d. Wiss. 1856.

Capitel XII.

Die Schilddrüse.

Von

E. Verson.

Man unterscheidet an der Schilddrüse ein bindegewebiges Gerüste, welches sich nach aussen zu einer mehr oder minder mächtigen Umhüllungshaut verdichtet, und auch das Innere des Organs in stärkeren Zügen durchzieht — und ferner die vom Gerüste getragenen Drüsenblasen, welche, wie der Name sagt, den Drüsenacinis ähnliche, aber ganz abgeschlossene, blasenartige Gebilde darstellen.

Die Blasen der Schilddrüse werden zunächst von einer dünnen, durchsichtigen, hyalinen Haut constituirt, welche auf ihrer Innenfläche ein zusammenhängendes Epithel trägt. Die Zellen dieses letzteren sind einfach geschichtet und erscheinen an frischen, nicht gezerrten Präparaten, höher als breit, und sind mit einem rundlichen Kern versehen, der selbst wieder ein oder mehrere Kernkörperchen einschliessen kann. In diesem Zustande trifft man aber das Blasenepithel nur bei ganz jungen Individuen, und wenn man es, frisch dem lebenden Thiere entnommen, unter das Mikroskop bringt. Schon nach kurzer Zeit, ja unter den Augen des Beobachters, sieht man nun die freien Zellwände sich kantig hervorwölben, und allmälig entwickeln sich vom Körper der Epithelzellen rundliche, zähe, klebrige und hyaline Tropfen, welche im Centrum des Blasenraumes nach längerer Zeit zusammenfliessen können, gewöhnlich aber immer noch zarte Begrenzungslinien zwischen sich erkennen lassen, die dem ausgetretenen, zu einem Klumpen verschmolzenen Zelleninhalte ein facettirtes Aussehen verleihen. Bevor diese Tropfen im Centrum inniger verschmelzen, zeichnen sie den bis dahin zurückgelegten Weg häufig durch fadenartige Fortsätze, die theilweise an den Zellwänden haften. Dieser Inhalt ist es auch, der im höheren Alter, und unter pathologischen Verhältnissen sich zu Colloid umwandelt, während er ursprünglich nur das Product eines physiologischen Prozesses, darstellt.

Die Grösse der einzelnen Drüsenblasen schwankt innerhalb sehr weiter

Grenzen, und man findet auch bei Erwachsenen Blasen, die von viel geringerem Durchmesser sind, als die grösseren von Neugebornen. Es scheint, dass im extrauterinen Leben der weitere Wachsthum der einzelnen Drüsenblasen, insofern solches überhaupt statt hat, sehr gering anzuschlagen ist. Dagegen finde ich dieselben bei einem 5—6monatlichen menschlichen Embryo von nur 0.0252—0.0336 Millim. Durchmesser, während ihr Durchmesser bei Neugebornen schon 0.1—0.16 Millim. beträgt, bei Erwachsenen bis über 0.2 Millim. ansteigen kann. Zur Untersuchung ganz besonders geeignet sind die Drüsenblasen der Schildkröte, welche ungefähr 0.14—0.27 Millim. und darüber messen. Säugethiere besitzen im Allgemeinen viel kleinere Blasen, welche sich zuweilen bei weiterem Wachsthum derart aneinander drängen, dass die zwischen ihnen verlaufenden Capillaren durch Einstülpung der Blasenwände sich Raum schaffen müssen. Solche Bilder fand ich sehr häufig beim Hunde; die Blasenwände bilden dann leistenartige Vorsprünge nach innen, welchen die Epithelzellen wie die Schlusssteine eines Gewölbes aufsitzen.

Noch sei erwähnt, dass die grösseren Blasen die Mitte der einzelnen Läppchen, oder wo solche nicht vorhanden sind, die Mitte der ganzen Schilddrüse einnehmen, während sie an der Peripherie viel kleiner, gedrängter und demgemäss auch abgeplattet erscheinen. —

Die Epithelzellen selbst sind, wie schon erwähnt, immer etwas höher als breit, variiren übrigens nach Alter und Thierspecies nicht bedeutend. So waren sie beispielshalber bei dem 5—6monatl. Embryo 0.006—0.0095 Millim. hoch, 0.004—0.005 Millim. breit; beim Erwachsenen erreichen sie eine Höhe von 0.01—0.16 Millim.; beim Hunde von 0.008—0.0126 Millim.; beim Kalbe von ungefähr 0.0105 Millim; bei der Schildkröte von 0.0168 Millim. u. s. f.

Das G e r ü s t e der Schilddrüse ist eine directe Fortsetzung der äusseren Umhüllungshaut, und besteht ebenso wie diese aus Bindegewebsbündeln mit reichlich beigemischten elastischen Fasern und Bindegewebskörperchen, welche meist spindelförmig oder verästigt erscheinen. Stellenweise durchsetzt es das ganze Organ in stärkeren Zügen, welche einestheils mit der Umhüllungshaut zusammenhängen, anderntheils grössere Gruppen von Drüsenbläschen absondern. In solcher Weise zerfällt die Schilddrüse vom Menschen in verschieden grosse, primäre und secundäre Knollen, deren Abgrenzung schon äusserlich durch seichte Furchen erkennbar ist. In anderen Fällen dagegen können diese stärkeren sepimenta auch fehlen, und das ganze Drüsenorgan stellt dann ein zusammenhängendes Ganze dar.

Das bindegewebige Substrat zwischen den einzelnen Drüsenbläschen der Knollen ist sehr spärlich und man hat zuweilen Mühe, zwischen den Wänden der anstossenden Bläschen einzelne Fasern in Begleitung der Capillaren zu entdecken; reichlicher treten solche nur zwischen den peripheren Blasen in der Nähe der Umhüllungsmembran auf. Isolirt man durch Nadeln frische Blasen von Schildkröte, so findet man dieselben von einem feinen Faserwerk umsponnen, welches häufig verästigte Zellen trägt.

Die Arterien dringen in starken Aesten, welche sich von der Art. thyreoidea abzweigen, in das Innere der Schilddrüse ein, wobei sie mit den bindegewebigen Scheidewänden der Knollen oder Läppchen verlaufen. Von ihnen treten weitere Zweige ab, welche sich an die secundären Septa halten, und diese lösen sich endlich in 0.006—0.01 Millim. starke Capillaren auf, welche die einzelnen Drüsenblasen umnetzen, um sich dann wieder zu Venen zu vereinigen, welche aussen an der Bindegewebsscheide durch die Weite ihres Lumens und die verhältnissmässige Dünnheit ihrer Wände auffallen.

Die Lymphgefässe beginnen nach Frey mit blinden Canälen zwischen den Drüsenblasen, welche rings um die Läppchen sich zu Maschen vereinigen und endlich als staatliche Gefässe die Oberfläche des Organs betreten. Von Nerven trifft man stärkere Stämmchen dunkelrandiger Fasern an, welche sich jedoch streng an die Gefässe halten.

Beim Menschen erscheint die Schilddrüse meist aus zwei seitlichen und einem mittleren Lappen zusammengesetzt, die durch Bindegewebe an einander gehalten werden. Andere Säugethiere (Hund, Kalb, Pferd etc.) besitzen eine Schilddrüse, welche aus zwei getrennten, an beiden Seiten der Trachea liegenden Lappen besteht. Ein einziger medianer Lappen kommt bei Amphibien und Vögeln vor, und rückt dann in die Brusthöhle herab. —

Literaturverzeichniss.

Panagiotides und Wagener in Fror. Not. Bd. XL.; Panagiotides, De glandulae thyreoideae structura penitiori. Berolin. 1847. Diss.; Ecker, Versuch einer Anatomie der prim. Formen des Kropfes etc. in Henle und Pfeufer's Zeitschrift f. rat. Med. Bd, VI; Schaffner, Zur Histologie der Schilddrüse und Thymusdrüse, Zeitschr. f. rat. Med. Bd. VII; Rokitansky in Zeitschr. der Wiener Aerzte 1847, und Denkschriften d. k. Acad. d. Wiss. zu Wien. Bd. I. 1850; Kohlrausch, Beiträge zur Kenntniss d. Schilddrüse in Müller's Archiv 1853; Eulenberg, Untersuch. über die Schilddrüse in Archiv d. Vers. f. gem. Arbeit, Bd. IV; Frey im VIII Bde. d. Viertelj. d. naturf. Ges. in Zürich.

Capitel XIII.

Vom Blut.

Von

Alexander Rollett.

Das rothe Blut der Wirbelhiere besteht zum Theile aus einem flüssigen Lösungsgemenge verschiedenartiger Substanzen — dem Blutplasma — zum Theile aus sehr kleinen körperlichen Gebilden von selbständiger Gestalt.

Die letzteren sind so zahlreich in dem flüssigen Medium enthalten und so gleichmässig darin vertheilt, dass auch die Zwischenräume der Körperchen von mikroskopischer Kleinheit sind, wodurch das frische Blut für das blosse Auge das Ansehen einer homogenen rothen Flüssigkeit bekommt. Die selbständig gestalteten Körperchen stimmen nicht alle in ihren Eigenschaften mit einander überein, es lassen sich vielmehr einige verschiedene Arten derselben unterscheiden.

Vor Allem kann man gefärbte und farblose Formen von einander trennen, von denen die ersteren im normalen Blute die letzteren an Zahl übertreffen.

Unter einander stimmen die gefärbten mehr überein, als die farblosen, die man selbst wieder in mehrere Abtheilungen bringen muss.

Das Blutplasma erscheint in mikroskopisch dünnen Schichten im frischen Zustande farblos. Aus ihm scheidet sich, wenn ein Blutstropfen einige Zeit aus dem lebenden Thierorganismus entfernt ist, der Faserstoff in fester Form aus. In Bezug auf die Blutgerinnung [1]) soll hier nur das mikroskopische Erscheinen des Faserstoffgerinnsels hervorgehoben werden. Das Fibrin scheidet sich entweder in zarten unter verschiedenen Winkeln sich kreuzenden Fasern aus, wenn überhaupt geringe Mengen oder grössere Mengen nur sehr allmählig, wie dies manchmal im Blute der Kaltblüter der Fall ist, auftreten; oder es gesteht, wenn grössere Fibrinmengen sich rasch ausscheiden, der ganze

1) Vergleiche Kühne, Lehrbuch der physiologischen Chemie. Leipzig 1866 p. 162—174.

Blutstropfen, ohne dass eine Aenderung des mikroskopischen Bildes zu bemerken wäre. In diesem Falle überzeugt man sich erst durch Verschiebung oder Zerzupfen von der eingetretenen Gerinnung.

Ueberlässt man dagegen einen Blutstropfen, der zum Zwek dieser Untersuchungen am besten auf der unteren Seite des Deckgläschens hängend in eine feuchte Kammer gebracht wird, einige Zeit sich selbst, so beobachtet man, wie sich das die Körperchen einschliessende Gerinnsel von den Rändern des Tropfens zurückzieht und eine allmählig an Breite zunehmende Zone von klarem Serum ausscheidet.

Erst durch Zerzupfen des Gerinnsels und Auslaugen desselben mit Wasser, gelingt es auch hier, Streifen und Züge von geronnenem Fibrin zu isoliren.

Das Fibringerinsel erweist sich unter dem Polarisationsmikroskop als doppelbrechend.

Auf das Verhalten der Blutkörperchen bei der Fibringerinnung werden wir noch später zurückkommen.

Die rothen Blutkörperchen. Ein kurzgefasster Lehrsatz über den Bau dieser Gebilde, der durch die nachfolgenden Angaben als giltig demonstrirt werden könnte, lässt sich an die Spitze dieses Abschnittes nicht stellen.

Nachdem die Blutkörperchen einmal von Swammerdam (beim Frosch 1658) von Malpighi (beim Igel 1661) und von Leeuwenhoek (beim Menschen 1673) gesehen worden waren, wurde vielleicht mehr als über irgend ein anderes Gewebeelement des Thierkörpers gerade über die rothen Blutkörperchen Erfahrung um Erfahrung gesammelt. Es ist aber bis jetzt nicht gelungen, mittelst des Mikroskopes Einrichtungen an denselben aufzudecken, mit welchen sich alle oder auch nur die Mehrzahl der an den Blutkörperchen zu beobachtenden Erscheinungen erklärend vereinigen liessen.

Mit anderen Gewebeelementen verglichen, erscheinen die rothen Blutkörperchen so eigenartig, sie sind durch zahlreiche, oft unscheinbare äussere Einflüsse so leicht und nachhaltig und unter so überaus mannigfaltigen und besonderen Erscheinungen veränderlich, dass man Behauptungen, die nach blossen Analogieschlüssen aufgestellt wurden, nur das gerechteste Misstrauen entgegensetzen kann.

Es ist entschieden vorzuziehen, sich erst über die directen Resultate der an den Blutkörperchen anzustellenden Versuche und Beobachtungen zu belehren, als sich von vornherein unter dem Bann unfertiger Theorien die unbefangene Betrachtung der Erscheinungen zu verkümmern. Diesem Grundsatze gemäss soll erst am Ende der folgenden Darstellung auf die Ansichten einge-

---

1) Ueber die ältere Literatur vergleiche Milne Edwards Leçons sur la physiologie et l'Anatomie comparée etc. Paris 1857, Tom I, p. 41 etc.

gangen werden, welche auszusprechen einzelne Histologen auf Grund ihrer Erfahrungen sich berechtigt glaubten.

Gestalt und Farbe. In der ganzen Reihe der Wirbelthiere treten die rothen Blutkörperchen in zwei typisch verschiedenen Gestalten auf.

Sie stellen dünne Scheiben mit entweder nahezu kreisförmigem oder aber elliptischem Umriss ihres grössten Querschnittes dar.

Die kreisförmigen finden sich beim Menschen und den Säugethieren mit Ausnahme der Gattungen Camelus und Auchenia.

Diese letzteren haben, wie alle Vögel, Amphibien und die meisten Fische elliptische Blutkörperchen.

Unter den Fischen sind nur einige Cyklostomen (Petromyzon, Amocoetes) bekannt, welche wieder Kreisscheiben besitzen.

Ein kleiner Blutstropfen vom Menschen, so rasch wie möglich in dünner Schicht unter das Mikroskop gebracht, zeigt vor Allem die dicht gedrängt liegenden farbigen Körperchen.

Ihre Farbe rührt von Hämoglobin[1]) her. Das einzelne Körperchen erscheint aber nicht roth, wie das rein dargestellte Hämoglobin oder dessen concentrirte Lösungen, sondern es zeigt, ob seiner geringer Dicke gelbe oder grüne Farbentöne, wie man solche genau eben so erhalten kann, wenn man dünne Schichten concentrirter oder dicke Schichten verdünnter, wässeriger Hämoglobinlösungen, sei es des Oxyhämoglobin oder des reducirten Hämoglobin oder eines bestimmten Gemenges beider untersucht. Nur Haufen von Blutkörperchen zeigen unter dem Mikroskop die rothe Blutfarbe.

An wenigen übereinander gelagerten Blutkörperchen, wie sie in jedem kleinen Tröpfchen Blut zufällig gefunden werden können, sieht man auch, wie F. Hoppe[2], Preyer[3] und Stricker[4] gezeigt haben, die für das Hämoglobin charakteristischen Absorptionsstreifen, wenn man mit dem Mikroskope einen Spectralapparat in geeigneter Weise verbindet. Stricker hat auch im Mikrospectrum den Wechsel der Oxyhämoglobinstreifen und des Streifens des reducirten Hämoglobin beim Wechsel von Θ und $C\Theta_2$ über dem Blutpräparate demonstrirt.

Dass die rothen Blutkörperchen die Träger des Blutfarbestoffes sind, verleiht ihnen ihre uns erkennbar grösste Bedeutung für den Gesammtorganismus wegen der Rolle, welche das Hämoglobin beim Austausch der Athemgase spielt.

Was die Gestalt der Blutkörperchen im mikroskopischen Bilde des frischen Bluttropfens anlangt, so sieht man die meisten einzeln liegenden Körperchen von fast kreisrunden Contouren eingefasst und von nahe übereinstimmender Grösse, Fig. 66 *a*. Welche Deutung man diesem Bilde zu geben hat, davon

---

1) Vergleiche darüber Kühne, Lehrbuch der physiolog. Chemie. Leipzig, 1866. p. 196 u. s. f.

2) Virchow's Archiv, Bd. XXIII. p. 446.

3) Max Schultze's Archiv, Bd. II, p. 92.

4) Pflüger's Archiv 1868. p. 651.

überzeugt man sich zunächst am besten dadurch, dass man, etwa durch leichte Stösse gegen das Deckgläschen, die Blutkörperchen zum Flottiren bringt. Sie bieten dann häufig abwechselnd das frühere Bild und gleich darauf wieder ein völlig anderes dar. Es erscheint ein kurzes Stäbchen an den Polen abgerundet, in der Mitte der langen Seiten etwas eingebogen, mit einem Löffelbisquit oder dem nach der Axe geführten Durchschnitt einer Biconcavlinse vergleichbar Fig. 66 *b*. Ein solches Körperchen legt sich dann wieder um, stellt sich wieder auf den Rand, kurz, macht unmittelbar den Eindruck einer wälzenden

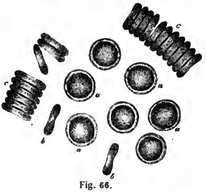


Fig. 66.

Scheibe mit durch tellerförmigen Eindruck der Endflächen verdünnter Mitte und gegen beide Flächen hin abgerundetem Rand. Ein körperliches Modell des Blutkörperchens könnte man sich ungefähr durch Umdrehung der Curve *c c c* Fig. 67 um die Axe *a b* entstanden denken.

Man hat diese Form der Blutkörperchen auch die Napfform genannt.

Hat man sich die Ueberzeugung von dem wechselnden Bilde desselben Blutkörperchens einmal verschafft, dann versteht man auch die in jedem Blutstropfen, wenn auch in geringer Anzahl von vornherein vorhandenen, auf dem Rand der Scheibe stehenden Formen. Seiten-

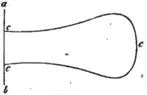


Fig. 67.

ansichten der Blutkörperchen kommen aber häufig auch in grosser Zahl unmittelbar zur Beobachtung. Dann, wenn die Körperchen mit ihren breiten Flächen gruppenweise aneinander kleben. Es erscheinen dann schnurförmige Gebilde, an den Seiten nach Art einer Geldrolle gezeichnet. Fig. 66 *cc*. Die Ursache für diese im frischen Blut nicht selten vorkommende geldrollenartige Gruppirung ist noch nicht aufgedeckt. Innerhalb der Gefässe kommt sie nicht vor. Sie findet sich nicht im frisch abgelassenen Blute allein, sondern auch in Blut, dessen Fibrin sofort ausgeschlagen wurde, und welches dann durch längere Zeit gestanden hat[1].

Ausser den eben beschriebenen Blutkörperchen, welche die gewöhnliche und an Zahl überwiegende Form darstellen, fand M. Schultze[2] in seinem und im Blute einiger anderer Personen constant eine geringe, nach den Tageszeiten schwankende Zahl kleiner, kugeliger und auch in ihren anderweitigen

1) Vergleiche Rollett, Wiener academische Berichte, Bd. L. Abth. II. p. 183.

2) Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. I. p. 35.

Eigenschaften etwas abweichender Blutkörperchen und von diesen allmählige Uebergänge zu den gewöhnlichen. Nach LEHMANN's[1] oft citirter, aber der Controle sehr bedürftiger Angabe enthält das Lebervenenblut kleinere und mehr kugelige Körperchen, während in der Pfortader die gewöhnliche Form sich findet.

Die Oberfläche der gewöhnlichen Formen erscheint glatt, und die Substanz der Scheibe zeigt in ihrem Innern keinerlei auf einen Wechsel der Brechungsindices deutende Zeichnung. Es findet aber in jedem Radius der Scheibe ein Wechsel der Farbe und Helligkeit statt. Bei jener Einstellung des Mikroskopes, bei welcher der Durchmesser am breitesten und der Rand der Scheibe scharf erscheint, ist die Mitte hell, dann folgen gegen den Rand hin dunklere Partieen, auf welche unmittelbar vor dem Rande wieder ein heller Ring folgt. Das erklärt sich aus der Vertheilung, welche das durchfallende Licht in der Einstellsebene des Mikroskopes erfährt, wenn es von krummen Flächen begrenzte Körper passirt[2].

Anders als das Bild des menschlichen Blutes gestaltet sich das Bild von Thierblut mit elliptischen Blutkörperchen. Ausser dem elliptischen Umriss der Flächenansicht der Scheibe, Fig. 66 *a*, beobachtet man wenigstens bei den Vögeln, Amphibien und Fischen auch ein anderes Bild, wenn die Scheibe auf dem Rande steht.

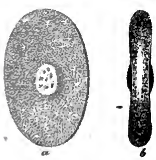


Fig. 68.

Der nach der längsten Axe gehende optische Durchschnitt erscheint ebenfalls schmal und lang und an den Enden abgerundet. Die langen Seiten aber sind in ihrer Mitte mit einem Vorsprunge versehen. Fig. 68 *b*. Dieser Vorwölbung entspricht in der Flächenansicht ein nahebei in der Mitte der Scheibe befindlicher heller und im Vergleich mit der übrigen gefärbten Masse des Körperchens weisslich erscheinender Fleck, Fig. 68 *a*. Derselbe ist bald mehr rund (Vögel), bald mehr elliptisch (Frosch, Triton, Landsalamander), oft ist er ganz glatt, häufig aber auch mit einer feinen Zeichnung von dunklen Pünktchen oder Strichelchen versehen.

Dieser Fleck entspricht einem Gebilde, welches in den entwickelten Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere kein Analogon besitzt, welches sich völlig anders verhält, als die Substanz des übrigen Körperchens und mit den in zahlreichen anderen Zellen des Thierleibes als Zellenkern beschriebenen Gebilden eine mindestens eben so grosse Uebereinstimmung zeigt, als die Kerne der verschiedenartigen anderen Zellen untereinander. Darum wollen wir dieses Gebilde auch mit den meisten Histologen als Kern des Blutkörperchens bezeichnen.

---

1) Physiologische Chemie, 2. Bd. p. 85 u. 232.

2) NAEGELI und SCHWENDENER, das Mikroskop, 1. Theil p. 184 u. d. folg. HARTING, das Mikroskop, Braunschweig 1866. 2. Bd. p. 26 u. d. f.

Die entwickelten elliptischen Blutkörperchen der Gattungen Camelus [1] und Auchenia besitzen einen solchen Kern so wenig, wie die kreisscheibenförmigen Körperchen des Menschen und der übrigen Säuger.

Darnach könnte man die Blutkörperchen der Thiere in zwei Abtheilungen bringen, Gekernte und Kernlose. Es muss aber sogleich angeführt werden, dass auch im Menschen- und Säugethierblute gekernte Blutkörperchen als Entwicklungsformen auftreten.

Grösse der rothen Blutkörperchen. Ueber mikrometrische Untersuchungen des Blutes liegt eine umfangreiche Literatur vor.

Die beträchtlich abweichenden Resultate der verzeichneten Messungen haben meist nur einen relativen Werth. Die angewendeten Mikrometer waren in der Regel nicht auf ein Normalmass besonders reducirt. Die genaue Comparation mit dem Etalon ist bekanntlich schon für makroskopische Massstäbe keine besonders leichte Aufgabe. Schwieriger noch ist sie für Mikrometer. Methoden dafür haben Harting [2] und Welker [3] der letztere speciell bei seinen Blutkörperchenmessungen angegeben.

In der Regel sind nur die Blutkörperchenmaasse zu vergleichen, welche derselbe Beobachter mit demselben Messinstrumente gewonnen hat.

Von selbst versteht es sich, dass auch bei der sorgfältigsten Sichtung der vorliegenden Angaben unter Berücksichtigung der angeführten Momente nur jene Messungen einen vergleichbaren Werth haben, zu welchen eine genaue Angabe der Bedingungen gemacht wurde, unter welchen sich das Messobject befand.

Mit Berücksichtigung des angeführten wird man sich vor einer kritiklosen Benutzung der über Blutkörperchenmaasse bei verschiedenen Thieren vorliegenden Tabellen [4] bewahren.

Die absoluten Maasse, welche Welker [5] mit einem nach seiner Methode reducirtem Mikrometer gewann, sind:

Für den Menschen im Mittel:

			Min.	Max.
Durchmesser des grössten Querschnittes	Der Scheibe in Millim.	0.00774	(0.00640—	0.00860)
Grösste Dicke		0.00190		

Bei 6 männlichen und 3 weiblichen Individuen wurde als Min. 0.0045 Millim., als Max. 0.0097 beobachtet, alle zwischen den Endwerthen vorkommenden Grössen sollen, die kleinsten ausgenommen, der Zahl nach sehr gleichmässig vertreten sein.

Die Messungen betreffen frisches oder in dünner Schichte auf Glas aufgetrocknetes Blut.

---

1) Donné Cours de microscopie etc. Paris 1843. p. 70. Compt. rend. T. 14, p. 367.
2) Das Mikroskop etc. Bd. II. p. 288 u. d. f.
3) Zeitschrift für rationelle Medicin, 3. R. Bd. XX, p. 259.
4) Die ausführlichste findet sich bei Milne Edwards l. c. p. 84—90
5) l. c. p. 263.

Für die oben nach Max Schultze angeführten kleineren rothen Blutkörperchen des Menschen giebt der letztere Autor 0.005—0.006 Millim. an, und von diesem sollen allmählige Uebergänge zu den gewöhnlichen von 0.008—0.010 Millim. (nach Max Schultze) zu beobachten sein.

Welker[1] verdanken wir auch genaue Messungen bei verschiedenen Thieren. Einige seiner Mittelwerthe theilen wir in der Anmerkung mit.

Die kleinsten Blutkörperchen hat der Moschus javanicus. Zu den grössten gehören die der Perenibranchen des Proteus anguineus und die noch grösseren von Siren lacertina (grand diamètre $^1/_{16}$ Millim. pti. diamètre $^1/_{30}$ Millim. Milne Edwards l. c. p. 89) die grössten bekannten, rothen Blutkörperchen sollen nach Riddel[2] bei Amphiuma tridactylum sich finden (ein Drittheil grösser als jene des Proteus).

Indem Welker[3] einen kurzen Gypscylinder, dessen Radius und dessen Höhe in einem den Blutkörperchenmaassen entsprechenden Verhältnisse gewählt waren durch Ausrundung der Grundflächen und Abrundung des Randes eine Krümmung der Oberfläche ertheilte (Fig. 67 zu vergleichen), welche dem Augenmaasse (!) nach der Oberflächenkrümmung des Blutkörperchens ähnlich war, bestimmte er das mittlere Volumen des menschlichen Blutkörperchens zu 0.000000072217 Cub. Millim. Indem Welker ferner die Oberfläche seines 5000

1) l. c. p. 279. I. Kreisscheibenförmige Körperchen.

Hund	0.0073
Katze	0.0065
Kaninchen	0.0069
Schaaf	0.0050
Ziege (alt)	0.0041
Ziege (8 Tage)	0.0054
Moschus javanic	0.0025
Petromyz. mari.	0.0150
Ammocret. branch	0.0117

II. Elliptische Körperchen. Langer Durchmesser *a*, kurzer *b*.

	a	*b*
Lama	0.0080	0.0040
Taube (alt)	0.0147	0.0065
» flügge	0.0137	0.0078
» flügge	0.0126	0.0078
Ente	0.0129	0.0080
Huhn	0.0121	0.0072
Rana temp	0.0223	0.0157
Rana temp. (trocken)	0.0214	0.0156
Triton crist.	0.0293	0.0195
Proteus (1 und 2)	0.0582—0.0579	0.0337—0.0356
Stöhr	0.0134	0.0104
Cyprin. alburn	0.0131	0.0080
Lepidosiren annectens	0.0410	0.0290

2) Journal de la physiologie, Bd. II. Paris 1859. p. 159.

3) l. c. p. 265—275.

mal grösseren Modells mit gleichmässig dichtem Papier sorgfältig belegte, das verbrauchte Papier wog und mit dem Gewicht eines bekannten Flächenmaasses desselben Papieres verglich, berechnete er die Oberfläche des Blutkörperchens zu 0.0001280 □ Millim. Dass die angegebenen Zahlen nur die Bedeutung grober Schätzungswerthe besitzen, ist an sich klar.

Zahl der rothen Blutkörperchen. Auch Zählungen der Blutkörperchen wurden unter dem Mikroskope vorgenommen. Die Methode wurde von Vierordt eingeführt, von Welker modificirt[1]. Die directe Zählung kann wie folgt ausgeführt werden.

Ein abgemessenes Blutvolumen wird in dem 1000fachen Volumen einer passenden Flüssigkeit (6 grm. ClNa auf 1 Litre Wasser nach Welker) möglichst gleichmässig vertheilt; von der Mischung in ein capillares Glasröhrchen von bekanntem Caliber eine kleine Menge der Mischung aufgenommen und unter dem Mikroskope die Länge des Flüssigkeitsfadens mittelst eines Mikrometers bestimmt; hat man so den Inhalt des Röhrchens ermittelt, so breitet man denselben mit wenig Gummisolution rasch auf einem Objectträger aus und trocknet das Ganze an das Glas an. Das Präparat mit einem quadratisch getheilten Mikrometer bedeckt, dient, um die in die einzelnen Quadrate fallenden Körperchen nach einander zu zählen.

Zu einer Bestimmung genügen nach Vierordt 0.0005—0.0008 Cub. Mill. Blut, wobei etwa 2000—3000 Körperchen in der Zeit von 1 h. gezählt werden müssen.

Vergleichende Zählungen mit in verschiedenem Grade verdünnten und in verschieden weiten Capillaren gemessenen Blutproben ergaben eine Differenz der Zählungen um 2—3%, selten um 5%.

Für ein Cub. Millim. gesunden Männerblutes wurden 5,000,000 rother Blutkörperchen ermittelt.

Aus dieser und den oben für Volum und Oberfläche angeführten Grössen, ergaben sich für 100 Volum. Blut 36 Vol. Körperchen und 64 Vol. Plasma. Für die Oberfläche der Körperchen in 1 Cub. Millim. Blut aber 640 □ Millim.

Vierordt, Welker und Stölzing haben auch die Blutkörperchen verschiedener Thiere gezählt.

Abänderungen der rothen Blutkörperchen. Wir werden nun einen anderen Weg betreten. Bisher lag uns, abgesehen von den eben angeführten Zählungen, daran die Blutkörperchen möglichst im natürlichen Gleichgewicht ihrer Molekularzustände zu erhalten.

Eine Reihe der wichtigsten Kenntnisse verdanken wir aber gerade zum

1) Vierordt, Archiv für physiol. Heilkunde, XI. Bd. p. 26, 327, 854, XIII. p. 259, Grundriss der Physiol. 3. Aufl. 1824 p. 8 u. 9. Welker, Prager Vierteljahrsschrift, Bd. 44, p. 60. und Zeitschrift für rationelle Medicin, 3 R. Bd. XX, p. 280.

Theile der Beobachtung gewisser, unter Umständen von selbst auftretender Veränderungen der Körperchen, zum Theile der experimentellen Histologie.

Zur Anstellung von Versuchen an den rothen Blutkörperchen sind mechanische Einwirkungen, der Entladungsstrom der Leydner Flasche, Inductionsströme, der constante Strom, Wärmezufuhr, das Frieren und endlich der Zusatz verschiedener chemischer Agentien in Aufnahme gekommen.

1. Man bemerkt häufig kürzere oder längere Zeit nach Anfertigung eines frischen Blutpräparates vom Menschen, dass die Blutkörperchen an Rändern und an der Oberfläche ihre Glätte verlieren. Der Rand erscheint gezackt, die Oberfläche, wie am besten beim Wälzen ersichtlich ist, mit Höckern besetzt; gleichzeitig ist das Blutkörperchen kleiner und mehr kugelig geworden (Fig. 69). Oft sieht man einzelne solche Körperchen sofort im frischen Präparate, so dass es schwer ist zu entscheiden, ob dieselben schon im kreisenden Blute präexistirten oder nicht. Sicher ist, dass im abgelassenen Blute sowohl gesunder Personen, als auch, wie angegeben wird, noch rascher im Blute von Fieberkranken (Max Schultze) [1], oft bald alle Blutkörperchen eine Veränderung in der nämlichen Richtung erleiden. Die veränderte Form wurde als Maulbeerform, die Erscheinung als sternförmige Verschrumpfung der Blutkörperchen bezeichnet. Die Erscheinung war schon Hewson bekannt [2].

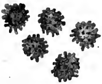


Fig. 69.

Als Bedingung für ihren Eintritt wurde die Abdunstung von Wasser, auch wohl die Abkühlung des Blutes angeführt. Allein sie tritt, wie später ersichtlich werden soll, auch beim Fehlen dieser Momente auf. Säugethierblutkörperchen zeigen die Erscheinung so, wie die des Menschen.

An den kernhaltigen, elliptischen Blutkörperchen ist eine analoge Erscheinung seltner zu beobachten.

Leicht werden die Blutkörperchen von Salamandra macul. und von Triton crist. und taeniat. beim Liegen unter dem Mikroskop höckerig. Im Froschblut werden wir die Erscheinung erst in Folge äusserer Einwirkungen und dann ganz entschieden als Analogon der Erscheinung am Säugethierblute auftreten sehen.

2. Durch mechanische Einwirkungen auf die Blutkörperchen erfährt man zunächst, dass dieselben ihrer Hauptmasse nach aus einer äusserst dehnbaren und zugleich in weiten Grenzen vollkommen elastischen Substanz bestehen.

Dass die Blutkörperchen beim Durchgang durch die Gefässe ausgezogen, um die Theilungswinkel der Gefässe gebogen werden, war schon älteren Beobachtern bekannt.

Lindwurm sah in zähem Gummischleim [3], Hassal [4] in mikroskopischen

1) l. c. 2) Opus posthumum p. 19, 20.
3) Zeitschrift für rationelle Medicin. Bd. VI, p. 266. 4) Mikrokopische Anatomie. Aus dem Englischen übersetzt von Kohlschütter, p. 49. Taf. II, Fig. 6.

Gerinnseln, Henle[1] in einer zähfliessenden Colloidmasse die Blutkörperchen verzerrt oder zu langen, oft sehr langen, spindelförmigen Gestalten ausgezogen.

Die grösste Mannigfaltigkeit solcher Bilder erhält man, wenn man defibrinirtes Blut in reine bei 35⁰—36⁰ Cels. schmelzende Leimgallerte einträgt, aus der wieder steif gewordenen Masse feine Schnitte anfertigt und ein Deckgläschen aufdrückt. Hier ist insbesondere beim Durchgang durch die Klüfte der geborstenen Gallerte zu beobachten, wie die während der mannigfachen Formenwechsel ausgezogenen und verdünnten Stellen des Körperchens immer blass, oft ohne erkennbare Farbe, die gewulsteten dagegen intensiver gefärbt erscheinen. Aus einzelnen Blutkörperchen ziehen sich lange, endlich entzwei reissende Fortsätze aus, ohne dass das übrig bleibende zusammenfällt. Bei den elliptischen Blutkörperchen erweisen sich die Kerne etwas weniger nachgiebig, oft wird der Kern völlig aus der Masse des Blutkörperchens herausgerissen, und dieses letztere kann dadurch manchmal, was nachdrücklich betont werden muss, nicht einmal eine merkliche Veränderung in Beziehung auf seine Durchmesser und seine Widerstandsfähigkeit beim weiteren Fliessen erleiden (Rollett)[2].

Einer der mechanischen Einflüsse, welche Formenwechsel an den rothen Blutkörperchen hervorbringen, ist, wie bereits angedeutet, schon in der Bewegung des Blutes beim Kreislauf gegeben. E. H. Weber[3] führt 1830 in Bezug darauf seine eigenen Beobachtungen an und weist auf die bis Leeuwenhoeck reichenden älteren hin.

Man macht sie gelegentlich, wenn man die Circulation beim Frosch in Schwimmhaut, Zunge oder Mesenterium untersucht.

Im circulirenden Blute von Säugethieren — Meerschweinchen, die mit Opium narkotisirt waren — wurden die rothen Blutkörperchen nicht in ihrer Gleichgewichtsfigur in den Mesenterialgefässen mit dem Strome vorwärts getrieben, sondern sie wurden während des Fliessens gleichzeitig auch hin und her gewalkt (Rollett)[4]. Verlangsamt sich die Bewegung oder wird sie gehemmt, oder werden die in den Gefässen befindlichen Blutkörperchen weder gegen einander, noch gegen die Gefässwand gedrückt, so besitzen die Körperchen innerhalb der Gefässe dasselbe Aussehen, welches wir oben als das der frischen Blutkörperchen berichtet haben. Auch bei der Diapädesis, wie sie von Stricker[5], Prussak[6] u. And. auf Grund directer Beobachtung beschrieben wurde, sind an den durch die Gefässwände sich zwängenden rothen Blutkörperchen hierher gehörige Erscheinungen zu beobachten.

1) Canstatt's Jahresbericht 1850. Bd. I, p. 32.
2) Sitzungsberichte der Wiener Akademie 1862. Bd. XLVI. p. 65—71.
3) Handbuch der Anatomie, I. Bd. Braunschweig 1830, p. 159 u. 160.
4) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. L. p. 196.
5) Sitzungsberichte der Wiener Akademie Bd. LII, p. 386.
6) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. LVI, p. 13.

Schliesslich ist zu erwähnen, dass die Blutkörperchen trotz ihrer grossen Dehnbarkeit doch auch mechanisch zertrümmert werden können [1], was sicher gelingt, wenn man einen frischen Blutstropfen mittelst eines rasch aufgedrückten Deckgläschens in dünner Schichte ausbreitet, um nach einigen Sekunden das Deckgläschen wieder rasch abzureissen und gleich wieder aufzudrücken. Man sieht dann kugelige oder auch wie durch gerade Schnitte entstandene noch gefärbte Trennungsstücke. Bei den gekernten Blutkörperchen (Frosch, Triton) sind auffallend viele oft verzerrte, immer wie granulirt erscheinende, meist runde Kerne frei geworden. Im Vergleich mit der Zahl der Letzteren erscheint die Menge der gefärbten Trennungsstücke gering, was darauf hinweist, dass in der umgebenden Flüssigkeit, die in der That leicht gefärbt erscheint, sich die Substanz der Blutkörperchen theilweise fein zertheilt oder wirklich gelöst hat. Im Hinblik auf später zu erwähnende Beobachtungen muss noch besonders angeführt werden, dass bei solchen Versuchen verknitterte, farblose Fetzen als Rest der zertrümmerten Blutkörperchen nicht beobachtet werden.

3. Das Verhalten der Blutkörperchen beim Auftrocknen verdient gleichfalls der Erwähnung. C. Schmidt [2] hat beobachtet, dass die Blutkörperchen in einer dünnen, auf Glas gestrichenen Blutschichte rasch getrocknet, straff ausgespannt bleiben und ihre breiten Durchmesser dabei nicht merklich ändern. Welker [3] und Andere haben diese Beobachtung bestätigt. Der helle Fleck der kernlosen Körperchen, für welche allein die Beobachtung strenge richtig ist, tritt dabei deutlicher hervor, geht aber ohne scharfe Grenze in die daran stossenden dunkleren Partieen über.

Die gekernten Körperchen bleiben in Bezug auf ihre Dimensionen auch der Fläche nach nicht ganz unverändert. Die Aenderung beträgt aber wenig. Viele behalten dabei ihre Form und Glätte bei, Andere bekommen im Ganzen oder nur an einzelnen Stellen Büge. Die den Kernen entsprechenden hellen Flecke und die feine Zeichnung auf denselben tritt ebenfalls deutlicher hervor. In einzelnen Körperchen findet man immer den Kern nach dem Trocknen sehr scharf begrenzt und durch einen wallartigen hellen, röthlich glänzenden Saum von der übrigen Substanz des Blutkörperchens abgelöst, wie in einer Höhlung derselben liegend. In Massen aufgetrockneten Blutes findet man die Blutkörperchen unter mannigfachen Gestaltsveränderungen innig mit einander verbacken, so dass es schwer wird, auch in dünnen Splitterchen der trockenen Kruste dieselben zu erkennen.

4. In den Coagulis, welche nach Blutungen in den Lymphsäcken von Fröschen oder Salamandern entstehen, treten nach Rindfleisch [4] und Preyer [5] aus

1) Hensen, Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie, Bd. XI, p. 260. Vintschgau, Atti dell' Instituto veneto. Extr. dal Vol. VII, Serie III, p. 3—6.

2) Die Diagnostik verdächtiger Flecke. Mitau und Leipzig 1848. p. 3 u. d. f.

3) l. c. 261.

4) Experimental-Studien uber die Histologie des Blutes. Leipzig 1863. p. 8.

5) Virchow's Archiv, Bd. XXX. p. 417.

der Substanz der Blutkörperchen noch gefärbte oder auch farblose, anfangs glatte, später perlschnurartige Fortsätze heraus. Nach PREYER können dieselben wieder eingezogen werden; oder sie schnüren sich im Ganzen oder in einzelnen Kügelchen ab.

BEALE[1] sah ähnliche Veränderungen der rothen Blutkörperchen auf dem Objectträger in Folge der Verdunstung (?) (Gerinnung) und Erwärmung auftreten.

5. Um die Wirkung des Entladungs[2]- und Inductionsstromes auf die Blutkörperchen zu beobachten, wendet man die Vorrichtung an, wie sie Fig. X p. XVII dieses Handbuches abgebildet ist. Nur sind die Kupferschienen besser mit Klemmen denn mit Hacken versehen. In die letzteren werden die Enden der Inductionsspirale oder die Enden eines quergetheilten Schliessungsbogen der Leydner Flasche aufgenommen, so dass die Stanniol-Electroden mit dem zwischen ihnen befindlichen Blut und die Drähte zusammen den vollen Schliessungsbogen ausmachen. Um auf die Erscheinungen näher einzugehen, welche man unter dem Mikroskope beobachten kann, ist es nöthig, vorerst an die Resultate makroskopischer Experimente zu erinnern.

Wird Blut von einem Säugethier in Form verschieden gestalteter Leiter in den Schliessungsbogen der Leydner Flasche aufgenommen, so wird es durch eine Reihe von Entladungsschlägen so verändert, dass es seine anfängliche Undurchsichtigkeit verliert und lackfarbenähnlich durchsichtig wird. Die mikroskopische Untersuchung lehrt, dass dabei die Blutkörperchen bis auf äusserst zarte, blasse und schwach lichtbrechende Reste zerstört werden. Benützt man in einer Reihe verschiedener Versuche die Anzahl der für den Eintritt des überhaupt erreichbaren Maximums der Aufhellung nothwendigen Entladungen als direct vergleichbares Maass für die Stärke der aufhellenden Wirkung des Entladungsstromes, so kommt man zu folgenden Schlüssen.

Die Wirkungen der auf einander folgenden Entladungen addiren sich.

In jedem Element des aus Blut gebildeten Leiters ist die Aufhellung abhängig von der auf die Einheit des Querschnittes bezogenen Intensität (Dichte) des Stromes, mit welcher sie proportional zunimmt, sie ist ferner abhängig von einer Grösse, welche man als specifische Resistenz der Blutkörperchen bezeichnen kann, die in verschiedenen Blutarten verschieden ist, und mit deren Zunahme die Aufhellung in einem noch nicht näher ermittelten Verhältnisse abnimmt.

Bei gegebener specifischer Resistenz der Blutkörperchen und bei gegebenen Dimensionen und specifischem Leitungsvermögen des Blutes kann also der Verlauf der Erscheinungen nach der Menge und mittleren Dichte der Electricität in der Flasche variirt werden.

---

1) Quart. Journal of microscop. science Nr. XIII. 1864.

2) ROLLETT, Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. XLVI, p. 92—97, Bd. XLVII, p. 356—390, Bd. L, p. 178—202.

Für die mikroskopischen Versuche bedient man sich sehr zweckmässig eines Abstandes der Stanniolelectroden von 6 Millim. Zwischen diese wird eine dünne, mit dem Deckgläschen bedeckte Blutschichte aufgenommen. Unter diesen Bedingungen benützt man am besten eine Leydner Flasche von ungefähr 500 ☐ Centim. Oberfläche bei einer Schlagweite von 1 Millim.

Grössere Schlagweiten dürfen nicht gewählt werden, weil sonst leicht das Blut mit dem Deckgläschen weggeschleudert wird und die Funken direct zwischen den Electroden überspringen. Die Oberfläche der Flasche soll nicht weiter getrieben werden, weil sich sonst auch bei den Entladungsschlägen die Electrolyse, die bei der früher genannten Anordnung fast unmerklich wird, in höherem Maasse und störend geltend machen kann.

Unter den angegebenen Umständen beobachtet man, wenn man in Intervallen von 3—5 Minuten die einzelnen Entladungen aufeinander folgen lässt, die folgenden successiven Veränderungen an den Blutkörperchen.

Die kreisscheibenförmigen Blutkörperchen, Fig. 69 *a*, bekommen zuerst am Rande einige Kerben, diese vervielfältigen sich auf 3, 5 und mehr. Ich



Fig. 70.

habe diese Form die Rosettenform genannt, Fig. 70 *b*. Diese geht weiterhin über in die Maulbeerform Fig. 70 *c*, welche man mittelst des Entladungsstromes ganz nach Belieben hervorrufen kann. Es folgt ein weiteres Stadium, in welchem die Zaken sich zuspitzen, so dass das Körperchen mehr einem Stechapfel Fig. 70 *d* gleicht. Endlich werden alle Zacken eingezogen, es entsteht eine gefärbte Kugel, Fig. 70 *e*, welche dann verblasst und einen glatten, farblosen Rückstand, Fig. 70 *f*, hinterlässt, der sich vorerst lange unverändert in der Flüssigkeit erhält.

An den Blutkörperchen des Frosches sieht man zuerst ein Fleckigwerden. Dann treten in der Richtung des dicken Durchmessers lokale Verdickungen auf, die meist radienartig gegen den Kern hin zusammenlaufen, Fig. 71 *a* u. *b*. Das ist aber nicht immer der Fall, es kommt auch vor, dass die Verdickungen nahezu senkrecht auf dem längsten Durchmesser des Blutkörperchens stehend, wie Querbänder über dasselbe hinlaufen. Beim Blut von Tritonen ist das letztere sogar der häufigere Fall. Auf dieses Stadium, welches offenbar dem ersten, Fig. 70 *b*, und zweiten, Fig. 70 *c*, Stadium beim Säugethierblutkörperchen analog ist, folgt wieder eine Ausglättung des

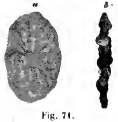


Fig. 71.

Blutkörperchens. Die Masse desselben hat sich gleichmässig verdickt, dabei sind die zwei anderen Durchmesser etwas kleiner geworden, indem nun die

Masse einseitig oder nach beiden Seiten hin um den Kern sich aufwulstet, so dass der letztere gleichsam eine Communication zwischen den verwendeten Hälften eines Doppeltrichters schliesst und zuletzt die Wände dieser Trichter zusammenfliessen, wird das Körperchen eiförmig oder rund. Im letzteren Zustande ist es anfangs noch gefärbt, später giebt es gleichfalls allmählig seinen Farbestoff ab und es bleibt eine den Kern hofartig umgebende glatte, farblose Substanz allein noch übrig. Die Kerne erscheinen etwas abgerundet und stärker gezeichnet in ihrem Innern.

So wie man am einzelnen Blutkörperchen das Ineinanderfliessen sich berührender Theile desselben beobachten kann, ebenso kommt es auch häufig vor, dass zwei, auch mehrere Blutkörperchen im Stadium der gefärbten Kugeln völlig miteinander zusammenfliessen. Die mehrkernige, grosse Kugel giebt dann erst den Farbstoff in gleicher Weise, wie die einzelnen Körperchen ab. Eine andere höchst merkwürdige Erscheinung ist, dass oft wie mit einem Ruck oder aber auch nur allmählig der Kern aus dem Körperchen ausgestossen wird. Dann entstehen kernlose, gefärbte Kugeln, die wieder allmählig verblassen. NEUMANN hat die Wirkung von Inductionsströmen auf die Blutkörperchen einer Prüfung unterzogen und dabei Erscheinungen beobachtet, welche mit den eben beschriebenen in allem Wesentlichen übereinstimmen.

Der constante, electrische Strom bringt dagegen solche Wirkungen nicht hervor. Er verändert die Blutkörperchen nur unmittelbar an den metallischen Electroden und zwar entsprechend der am positiven Pole ausgeschiedenen Säure und am anderen Pole entsprechend dem dort ausgeschiedenen Alkali. (ROLLETT[1], A. SCHMIDT[2], NEUMANN[3]). Wir werden auf die Wirkungen von Säuren und Alkalien später näher eingehen.

6. Nachdem KLEBS[4], ROLLETT[5] und BEALE[6] die ersten Angaben über den Einfluss von Wärmezufuhr auf die rothen Blutkörperchen gemacht hatten, stellte MAX SCHULTZE[7] zuerst genauere, methodische Versuche darüber an, indem er seinen thermometrisch bestimmbaren, heizbaren Objecttisch zum Anwärmen benutzte.

Bei ungefähr 52° Cels. bekommen die rothen Blutkörperchen des Menschen erst seichte, dann tiefe Einkerbungen, die weiter hin zu kugeligen Abschnürungen führen. Einzelne Blutkörperchen ziehen sich dabei zu vielgestaltigen Formen aus, oder treiben perlschnurartige Fäden hervor. Letztere Formen erinnern sofort an die von RINDFLEISCH und PREYER im Extravasatblut gesehenen. Zum Schlusse resultiren immer kugelige, gefärbte Tröpfchen, so dass der mittleren Partie des früheren Körperchens ein grösseres solches Theilstück entspricht, welches von den bis zur molecularen Kleinheit variirenden,

1) l. c. Bd. XLVII, p. 359. Bd. LII, p. 257.
2) VIRCHOW's Archiv, Bd. 29. p. 29. Hämatologische Studien. Dorpat 1865. p. 116.
3) REICHERT und DU BOIS, Archiv 1865, p. 682—690.
4) Centralblatt für die medic. Wissenschaften, 1863. p. 851.
5) l. c. Bd. L. p 192. 6) l. c. 7) l. c. p. 1.

kleineren Theilstücken noch am Rande besäumt, oder von diesen frei umgeben wird. Veränderungen bei 38° Cels., wie sie Klebs angab, sah Max Schultze nicht eintreten. Rollett verlegte die Temperatur, bei welcher die Blutkörperchen kugelig werden, nach Bestimmungen im Wasserbade zwischen 40—50° Cels. Dabei werden die Blutkörperchen aber nicht plötzlich, sondern nur bei längerer Digestion verändert, ohne die bei 52° eintretenden Theilungen zu zeigen.

Lackfarbiges Blut erhält man nach Max Schultze erst beim Erwärmen auf 60°.

Bei 53—54° Cels. beobachtete M. Schultze an den Blutkörperchen des Huhnes Veränderungen, wie die oben beschriebenen.

Im Froschblut werden die Körperchen bei etwa 45° zum Theile fleckig und an ihrer Oberfläche etwas höckerig; zum anderen Theile bekommen sie die Form eines Löffelbisquits oder Dumbbells. Einzelne werden dann eiförmig oder kugelig.

7. Lässt man Blut in einem Platintiegel in einer Frostmischung rasch einmal oder mehrere Male hinter einander frieren und thaut es wieder auf, so wird es ebenfalls lackfarbig.

Die kernlosen Blutscheiben findet man darin verblasst, ohne dass sie ein merkliches an Grösse eingebüsst hätten. Oder sie sind kugelig geworden und haben einen kleineren Durchmesser. Oder es sind nur mehr schwach lichtbrechende, farblose Reste derselben vorhanden.

An den Froschblutkörperchen sieht man die Kerne von einem blassen, elliptisch oder kreisrund begrenzten Hof umgeben; oder die Farbe des Blutkörperchens erscheint noch theilweise erhalten. Es finden sich Formen, die wie eingedrückt oder abgehackt erscheinen. Schliesslich verblassen auch hier alle Blutkörperchen.

Die entfärbten Reste der Blutkörperchen zeigen noch eine ähnliche Dehnbarkeit und Elasticität, wie die intakten Blutkörperchen (Rollett)[1].

Die Kerne sind im erfrornen Blute entweder den unveränderten Kernen noch ähnlich, nur schärfer gezeichnet; oder sie sind rund, vergrössert und wie aus einem feinen Balkenwerk von stark lichtbrechender Substanz zusammengesetzt, zwischen welchem mit schwächer lichtbrechender Substanz ausgefüllte Lücken übrig bleiben. Diese Lücken sind oft auf einige wenige reducirt. Oft erscheint nur eine Lücke wie eine grosse Vacuole von der in Form eines Ringes herumliegenden glänzenden Substanz begrenzt. Im Zusammenhang mit später zu erwähnenden Thatsachen verdient dieses Verhalten der Kerne unsere Aufmerksamkeit.

8. In Bezug auf die Erscheinungen, welche der Zusatz von Flüssigkeiten an den Blutkörperchen hervorruft, hat man vor allem drei Fälle wohl zu unterscheiden. Das Reagens wird durch ausgiebige, mechanische Beihülfe mit

1) l. c. Bd. XLVI. p. 71—75.

dem Blute sofort innig gemischt, dann hat man nur Gelegenheit, die dem Reagens entsprechende Endveränderung der Blutkörperchen unter dem Mikroskop zu beobachten.

Oder man wäscht das Plasma oder Serum unter dem Mikroskope nach der p. XIX dieses Handbuches beschriebenen Methode durch das Reagens von den Blutkörperchen weg, wobei es um das Wegschwemmen zu verhindern zweckmässig ist, vorerst auf dem Objectträger eine dünne Schichte eines lockeren Faserfilzes aus feinem, gereinigtem Asbest, oder aus geschabtem, schwedischem Filtrirpapier auszubreiten und in diesen den Blutstropfen zu setzen. Oder man setzt drittens Blut und Reagens nebeneinander und lässt langsame Diffusion eintreten.

Nur bei der Vereinigung nach der ersten Methode ist es erlaubt, aus einem verschiedenen Verhalten der einzelnen Blutkörperchen zum Reagens auf eine von vornherein gegebene innere Verschiedenheit der Blutkörperchen zu schliessen.

Bei Methode zwei und drei ist das nicht erlaubt, oder wenigstens nur bei der äussersten Vorsicht, denn wenn die Gleichmässigkeit der Mischung nicht fortwährend unterhalten wird, dann wird das Reagens einzelne Blutkörperchen nothwendig erst in einem beträchtlich veränderten Zustande treffen, da es sich nothwendig in einem bestimmten Verhältnisse zu seiner stattgehabten Wirkung ebenfalls geändert haben muss. Man wird sich sehr leicht überzeugen, dass man aus den angeführten Gründen bei der Anwendung eines und desselben Reagens sieht, dass die Veränderungen an den Blutkörperchen in der ersten Zeit einen ganz anderen Verlauf nehmen und zu anderen Resultaten führen, als in nachfolgenden Zeiträumen.

In der Regel ist auf die vielen Schwierigkeiten, welche das Studium der Wirkung von Reagentien mit sich bringt, nicht die gebührende Rücksicht genommen worden, und man hat darum vielleicht weniger auf diesem Wege erfahren, als sonst möglich gewesen wäre.

a. Das Wasser glättet die Oberfläche der Blutkörperchen aus und ändert ihre verschiedenen Durchmesser so, dass sie kugelig[1] werden, also diejenige Gestalt annehmen, welche bei gegebener Oberfläche den grössten Körperinhalt besitzt. Darum bezeichnet man diese Wirkung im Allgemeinen als ein Aufquellen, obwohl die Durchmesser der Kugeln kleiner sind als die langen Durchmesser der entsprechenden Scheiben. Fig. 72. Die Kugeln sind im Anfange noch stark gefärbt. Bei vorsichtigem Wasserzusatz bemerkt man, dass häufig die Abänderung der ursprünglichen Form des

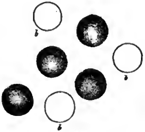


Fig. 72.

1) Hewson, Opus posthumum, p. 25.

Blutkörperchens zur Kugel nicht in allen entsprechenden Durchmessern ganz gleichmässig erfolgt, so dass variable und vergängliche unsymmetrische Zwischenformen vorkommen. Bei den kernhaltigen Ellipsoiden ereignet es sich dann häufig, dass der Kern im Innern des Körperchens, wie mit einem Ruck [1] verschoben wird, während das Körperchen selbst wie in Folge eines Rückstosses in entgegengesetzter Richtung sich fortbewegt. Der Kern liegt dann excentrisch im Körperchen.

Im weiteren Verlauf der Wasserwirkung entfärben sich die Kugeln und zwar hat man manchmal den Eindruck, als ob der Farbestoff ganz allmählig ausgelaugt würde, manchmal schwindet die Farbe auch sehr rasch, etwa so wie der Farbenton von einer weissen Fläche verschwindet, wenn eine farbige Lichtquelle, welche sie früher beleuchtete, plötzlich verlischt. Es sind dies dieselben Eindrücke, welche man auch bei den früher angeführten Entfärbungen in Folge von Entladungsschlägen hat.

Glatte, farblose Reste mit schwacher aber glatter Grenzcontour bleiben dann noch zurück. (Fig. 72 *bbb*).

Die Kerne, welche im Anfange der Wasserwirkung schärfer hervortreten, in den einmal kugelig gewordenen Körpern, so lange dieselben noch gefärbt erscheinen, wieder zurücktreten, werden bei längerer Wirkung von überschüssigem Wasser glatt, blähen sich auf und werden immer schwächer lichtbrechend.

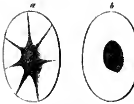


Fig. 73.

Besondere Beachtung verdient ein Bild, welches, wie man sich leicht überzeugen wird, bei den elliptischen Scheiben bei vorsichtigem Wasserzusatz oft beobachtet werden kann. Fig. 73. Das noch ellipsoidische Körperchen ist von einem ganz glatten Contour begrenzt, an Stelle des Kernes scheint aber ein gefärbter Ballen zu liegen. In anderen Fällen gehen von diesem Ballen zahlreiche Strahlen spitz zulaufend gegen die Umfassungslinie hin. Die zwischen der letzteren und den gefärbten Theilen liegenden Partieen erscheinen glatt und farblos.

Nach Kneuttinger [2] erhält man solche Bilder in ausgezeichneter Weise, wenn frisches, nicht defibrirtes Froschblut mit dem 3—4fachen Volumen Wasser übergossen und einige Zeit darauf die gallertartige Masse untersucht wird.

Ist Blut in grössere Mengen von Wasser geflossen und gut damit gemischt worden, so sieht man einzelne Blutkörperchen auf der Stufe der gefärbten Kugeln sich viel länger erhalten, als andere, man hat daraus nicht mit Unrecht auf eine ursprüngliche Verschiedenheit der einzelnen Blutkörperchen geschlossen.

1) Vergleiche auch die Angaben über das Herumrollen des Kernes von C. H. Schultz, Preyer (l. c. p. 437).

2) Zur Histologie des Blutes, Würzburg 1865. p. 21.

b. Salze wirken sehr verschieden nach ihrer chemischen Natur und ihrer Concentration. Viele Metallsalze erzeugen Niederschläge in den Blutkörperchen, ähnlich den später zu erwähnenden Säuren. Die Wirkung jener Salze, welche keine Niederschläge erzeugen (Kochsalz, Glaubersalz, Salmiak, Borax, Bittersalz u. A.), hat man häufig als Schrumpfung der Wasserwirkung entgegengesetzt. Solche Lösungen machen die Blutkörperchen weniger geschmeidig und dehnbar, ihre Contouren härter, ihre Substanz verbogen, ihre Oberfläche runzelig, ihren Rand zackig. Es sind das mittlere Concentrationsgrade jener Salzlösungen. Sehr concentrirte Lösungen einzelner dieser Salze oder das gepulverte Salz in Substanz dem Blute zugesetzt (Kochsalz, Glaubersalz, Bittersalz) machen die Blutkörperchen nur im Anfange schrumpfen, bald werden sie rund und verblassen[1], so dass nur entfärbte Reste übrig bleiben. In verdünnten Lösungen einzelner dieser Salze etwa von der Concentration des Blutserum erhalten sich die Blutkörperchen, ohne vorerst ihre Eigenschaften wesentlich zu ändern. Solche Lösungen werden darum häufig zur Verdünnung anstatt des Serums angewendet.

Bei noch höheren Verdünnungsgraden bringen sie Wirkungen hervor, wie man sie auch nach Verdünnung des Blutes mit Wasser beobachtet.

Für die gekernten elliptischen Blutscheiben ist noch eine Reihe von Bildern hervorzuheben, welche man beim Zusatz von Salzlösungen mittlerer Concentration nicht regelmässig hervorrufen kann, aber sehr häufig zu beobachten Gelegenheit hat.

Hühnefeldt hat sie mit kohlensaurem Ammoniak und Salmiak und Hensen[2] auf eben diese Weise erhalten und in Abbildungen dargestellt. Man kann sie aber auch bei Anwendung anderer Salzlösungen beobachten.

Es sind theilweise ganz dieselben, welche wir früher in Folge der Wasserwirkung erhielten, Fig. 73, oder aber die Blutkörperchen erscheinen sehr gleichmässig gefleckt, indem farbige und farblose Stellen sehr regelmässig mit einander abwechseln, oder es erscheinen, wie häufig an den Blutkörperchen von Tritonen beim Zusatz von drei und etwas mehr procentiger Kochsalzlösung zu sehen ist, senkrecht zur langen Axe über die Breitenflächen hinlaufende Wülste und blassere oder farblose Zwischenräume zwischen denselben.

Die Alkalisalze der Gallensäuren und die Galle selbst lösen nach älteren Beobachtungen (Plattner 1844), welche Kühne[3] durch neuere Versuche zur Evidenz brachte, die rothen Blutkörperchen der meisten Thiere auf, beim Menschen unter Erscheinungen, welche nach L. Hermann mit den auf die Wirkung von Chloroform oder Aether an den Blutkörperchen ablaufenden Erscheinungen übereinstimmen. Vergleiche darüber das spätere.

1) Kölliker, Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. VII, p. 184. Botkin, Virchow's Archiv. Bd. XV, p. 176. Bursy, über den Einfluss einiger Salze auf die Krystallisation des Blutes. Inaug. Diss. Dorpat 1863.

2) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. IX, p. 261.

3) Virchow's Archiv. Bd. XIV, p. 333.

c. Zucker wirken dem mikroskopischen Ansehen nach ähnlich auf die Blutkörperchen, wie die zuletzt genannten Salze. Mittlere Concentrationsgrade ihrer Lösungen härten die Blutkörperchen durch Wasserentziehung, und dabei kommen ähnliche Bilder zu Stande, wie nach der Wirkung von mittelmässig concentrirten Salzlösungen.

d. Alkalien[1] wirken im Allgemeinen in mittleren Concentrationen gleichmässig lösend auf alle Bestandtheile der Blutkörperchen mit Einschluss der Kerne. Speciell erwähnt sei von der auch hier reichen Mannigfaltigkeit der Bilder das folgende.

Für Kali und Natronlauge, Kalk-, Baryt- und Strontianwasser macht sich schon bei Concentrationen von 0.1 Grm. auf 100 Cub. Centim. Wasser eine auffallende Verschiedenheit von der Wasserwirkung geltend. Zuerst verwandeln sich die Blutkörperchen allerdings auch in gefärbte Kugeln, aber bald verlöschen sie spurlos. In dem kernhaltigen Blutkörperchen ist auf dem Stadium der gefärbten Kugel der Kern nur undeutlich noch zu sehen. Er scheint sich, ohne dass die Grenzen der gefärbten Kugel selbst sich wesentlich ändern, im Innern der Kugel zu verbreitern. Bald darauf hat man den Eindruck des Aufplatzens des Körperchens, und eben so rasch ist auch Alles mit sammt dem Kerne spurlos verschwunden. Der Eindruck des Aufplatzens kommt wie gesagt nur bei den kernhaltigen Blutkörperchen vor und zwar ebenso bei den elliptischen, wie bei den kernhaltigen, runden von Säugethierembryonen. Hat sich die Wirkung des im Blut vordringenden Reagens geschwächt, so bleibt oft das Platzen aus und während sich alles übrige ruhig aufgelöst hat, bleibt nur der Kern enorm vergrössert und gewöhnlich etwas eckig, in seinem Innern aber glatt zurück. Die letztere Erscheinung ist bei der Anwendung der alkalischen Erden häufiger zu beobachten, als nach der Einwirkung der reinen Alkalien. Für das Kalkwasser ist noch besonders hervorzuheben, dass oft, nachdem die gefärbten Kugeln entstanden sind und das Körperchen zu platzen droht, plötzlich der früher verbreitete Kern im Innern der Kugel zu einem stark glänzenden Körper zusammenfällt. Das Körperchen verblasst dann und der erwähnte centrale Körper bleibt von einem hellen, farblosen Hofe umsäumt zurück. Diese eigenthümliche Erscheinung kommt gewöhnlich nur im ersten Anfang der Kalkwasserwirkung vor.

e. Säuren[2] erzeugen leicht Niederschläge in den Blutkörperchen. Der Niederschlag erscheint entweder in eine glashelle, durchsichtige Substanz eingesprengt, die nach Aussen hin von der kreisförmigen oder elliptischen und oft gleichmässig mit einem Ruck sich erweiternden (Essigsäure, Kneuttinger l. c. p. 28) Umfassungslinie des Körperchens begrenzt wird, und gleichzeitig tritt der glänzender gewordene, oft etwas eckige oder aufgebläht und dunkelkörnig erscheinende Kern schärfer hervor (Essigsäure, verdünnte Jodtinctur), die

1) Kneuttinger, l. c. p. 39. 2) Kneuttinger, l. c. p. 28.

Kerne erscheinen zum Unterschiede von der entfärbten Substanz der Blutkörperchen mit Hämatin stark tingirt. Oder der Niederschlag erscheint in dem durch und durch körnig und trübe gewordenen Körperchen, welches sich wie gehärtet ausnimmt und gewöhnlich im langen Durchmesser etwas verkürzt erscheint. Bei solcher Wirkungsweise der Säuren erscheint der Kern oft nicht sehr scharf begrenzt, häufig aber erscheint er geschrumpft und von einem wallartigen leeren Ring umgeben, wie in einer Höhlung der Blutkörperchen-Substanz liegend (Chromsäure, Salzsäure, Salpetersäure, Pierinsäure, Gerbsäure, concentrirtere Jodtinctur). Bei höheren Verdünnungsgraden geht die zweite der angeführten Wirkungsarten erst häufig in die erstere über, dann wie bei allen sehr verdünnten Säuren complicirt sich die Wirkung der Säure mit der des Wassers.

Die Essigsäure bringt in Concentrationen von 20 Grm. Essigsäurehydrat auf 100 Cub. Cent. Wasser an nach aufwärts die erstere der eben genannten Wirkungen am schönsten hervor. Die schöne Tinction des Kernes mit Blutfarbestoff, welche dabei auftritt, führt schon Henle[1] an, Kneuttinger[2] bestätigt sie; man erhält sie am allerschönsten und überzeugendsten, wenn man einen Frosch oder Triton in Essigsäure bluten lässt, das Blut in der Säure schwenkt und dann den Bodensatz untersucht.

Die kernlosen Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere werden durch die Essigsäure anfangs kugelig, später entfärben sich dieselben und bleiben so längere Zeit erhalten.

Einer besonderen Würdigung hat Brücke[3] die Veränderungen unterzogen, welche 2% Borsäurelösung an den Blutkörperchen des frischen Tritonenblutes hervorbringt. Sehen wir, welche Veränderungen diesem Reagens entsprechen.

Die Körperchen erscheinen bald nach dem Zusatze, ähnlich wie nach bestimmten Wasserzusätzen in Ellipsoide verwandelt, mit häufig excentrisch liegenden Kernen. Endlich werden dieselben in grösserer oder geringerer Anzahl kugelig. Ferner beobachtet man Bilder wie die oben auch nach Zusatz von Wasser oder Salzlösungen erhaltenen (Fig. 73.) In anderen Körperchen erscheint der Kern allein intensiv gefärbt, die übrige Substanz nur schwach gefärbt oder völlig entfärbt und mit glattem Contur gegen die umgebende Flüssigkeit abgesetzt, ähnlich wie nach der Wirkung gewisser Verdünnungen zahlreicher anderer Säuren. Durch directe Beobachtung der Borsäurewirkung unter dem Mikroskope erfährt man, dass das letztere Bild nicht nothwendig aus den zuerst angeführten Bildern sich entwickelt. In den allermeisten Fällen färbt sich der Kern allmählig, ohne dass vom Rande des Körperchens her die Farbengrenze auf ihn zurücken würde, während in einem entsprechenden Maasse die Substanz des Blutkörperchens sich allmählig entfärbt. Eine ähnliche Tinction des

1) Allgemeine Anatomie. p. 431.
2) l. c. p. 28 und 29.
3) Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. LVI, p. 79.

Kernes auf 2% Borsäurelösung erhält man auch noch, wenn man auf dem Objectträger angetrocknete Blutkörperchen damit behandelt. Hat man Blutkörperchen durch Frieren oder mittelst Entladungsschlägen oder durch Aether oder Chloroformdämpfe (wovon später gehandelt werden soll), so weit verändert, dass sie ihren Farbestoff völlig an das Serum abgegeben haben und behandelt sie dann mit 2% Borsäurelösung, so tingiren sich die Kerne auch noch aus der umgebenden Flüssigkeit. Brücke beobachtete unter der Wirkung der Borsäure ebenfalls das Heraustreten des Kernes aus dem Körperchen.

f. Will man in Bezug auf Säure- und Alkaliwirkung nur erfahren, welche Veränderungen der Blutkörperchen geringe Aenderungen der Acidität oder Alcalescenz der umgebenden Flüssigkeit hervorbringen, dann muss man wie W. Addison[1] um die Wasserwirkung der schwach sauren oder alkalischen Zusatzflüssigkeit zu vermeiden, diese noch durch Zusatz von Salz oder Zucker concentrirter machen. Man bemerkt bei solchen Versuchen, wie Addison richtig angiebt, dass beim Zusatz der sauren Flüssigkeit (mit Cl H schwach angesäuerte Rohrzuckerlösung) die Blutkörperchen immer glatte Contouren bekommen und einen vermehrten Glanz zeigen, wogegen beim Zusatz der alkalischen Flüssigkeit (Kochsalzlösung mit Kalilauge schwach alkalisch gemacht) die Blutkörperchen höckerig und rauh werden.

Schöner noch als bei diesen Versuchen treten ähnliche Erscheinungen auf, wenn man das Blut mit schwachen Strömen electrolisirt. Dass die Blutkörperchen am Alkalipol anfangs höckerig und stachelig werden, hat auch Neumann[2] gesehen, ebenso sah er das von Addison beschriebene Fadentreiben.

Die schwacher Alkaliwirkung entsprechende Form kann man nach Addison wieder in jene überführen, welche schwacher Säurewirkung entspricht und umgekehrt.

g. Harnstoff[3] in Form eines feinen Pulvers oder in wässerigen Lösungen herab bis zu einer Concentration von 30—25 Grm. auf 100 Cub. Cent. Wasser verändert die Blutkörperchen sehr intensiv, aber nicht alle in derselben Weise.

Im Amphibienblut werden immer einige gekerbt und schnüren dann Tröpfchen und kugelige Theilungsstücke ab. Andere verwandeln sich ohne Weiteres in Kugeln. Grosse und kleine Kugeln entfärben sich schliesslich. Während des Uebergangs in die Kugelgestalt stossen einzelne Körperchen den Kern aus. Der letztere vergrössert sich dann beim Frosch weniger, viel mehr beim Triton und nimmt das merkwürdige Ansehen eines weitläufigen von Maschen durchbrochenen Balkengitters an. Aehnliche Veränderungen erleiden

---

1. Quaterly Journal of microscop. Science 1861. Jan. Transact. p. 20. April. Journal, p. 81. Henle's Jahresbericht für 1860, p. 14, 15.)

2 l. c. p. 679—681.

3 Huenefeldt, Chemismus in der thier. Natur, 1840, p. 60. Kolliker, Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. VII, p. 184 u. 253. Rotkin, Virchow's Archiv, XX. p. 37. Hensen l. c. p. 264. Vintschgau, l. c. p. 13. Preyer, l. c. p. 432. Kneuttinger, l. l. p. 56.

die nicht ausgestossenen Kerne, wenn einmal die Kugeln sich entfärben, so dass der blasse helle Rest der Substanz des Blutkörperchens nur mehr wie ein kleiner Anhang des vergrösserten Kernes erscheint. Diese Gebilde anzusehen, als aus einem noch gefärbt daneben liegenden Blutkörperchen ausgetretene, kernhaltige Eiweisskugeln[1] beruht auf einer Missdeutung der beobachteten Erscheinungen.

Geht man zu niedrigeren Concentrationen der Harnstofflösungen über, dann kommt man bald auf solche, wo die Kerbung und Tröpfchenbildung immer seltener wird, vielmehr die meisten Blutkörperchen sofort rund werden, um später oft sammt dem Kern spurlos zu verschwinden. Die Kerbung des Randes und Tröpfchenbildung zeigen auf Harnstoff, auch die kernlosen Blutkörperchen der Säuger.

h. Neutrale, salzfreie Lösung von Carmin-Ammoniak (1 Grm. Carmin in 200 Cub. Cent. der Lösung) bringt an den Blutkörperchen die Wirkung des Wassers hervor. Im Amphibienblute findet man nach einiger Zeit die aufgeblähten Kerne roth tingirt. Anders verhält sich Carmin-Ammoniak zu den Blutkörperchen, wenn man die obige Lösung mit einer solchen Menge Kochsalz versetzt, dass das Gemisch $\frac{1}{2}$—1% ClNa enthält, daraus nehmen die Blutkörperchen, während sie sich ziemlich unverändert erhalten, in keinen ihrer Theile Carmin auf. Dagegen färbt sich der Kern sofort, wenn man das mit jenem Gemisch versetzte Blut frieren lässt, oder wenn man es mit Entladungsschlägen behandelt. Man kann dabei eine Reihe bemerkenswerther Erscheinungen beobachten, mit deren Verfolgung ich eben beschäftigt bin.

Immer findet man, wenn man Frösche oder Tritonen in jene salzhaltige Carminlösung bluten lässt, neben den erhaltenen rothen und weissen Blutkörperchen, deren Kerne auch nach langer Zeit nicht tingirt erscheinen, einzelne intensiv rothgefärbte, isolirte, freie Kerne. Im unveränderten Zustande nehmen also die Blutkörperchen von dem Farbestoff nichts in sich auf.

Eine besondere Veränderung hat Rindfleisch[2] an den Froschblutkörperchen auf Zusatz von löslichem Anilinblau beschrieben. Es soll eine kernhaltige, sich rasch blau färbende Kugel ausgestossen werden, man wird aber bei Concentrationen des Reagens von $\frac{1}{2}$ Grm. auf 100 Cub. Cent. nur die merkwürdige Erscheinung des Austrittes des Kernes aus den kugelig werdenden Blutkörperchen beobachten. Besonders auffallend ist, dass die Theile des Kernes, welche einmal den Contour des Körperchens überragen, sogleich beträchtlich quellen, so dass in dem Stadium das Bild des Kernes dem eines kurzen, grossköpfigen Nagels gleicht, der in die Substanz des Körperchens eingetrieben erscheint. Hat der Kern einmal das Körperchen vollständig verlassen, dann quillt er in allen Theilen, fängt an sich zu tingiren und noch weitere, aber noch nähere zu studirende Veränderungen einzugehen.

---

1) Kneuttinger, l. c. p. 58, Fig. IXb.
2) l. c. p. 10 u. 11.

i. Gase und Dämpfe wurden, seitdem man mit Gaskammern zu arbeiten gelernt hat, ebenfalls direct unter dem Mikroskope den Präparaten zugeführt.

α. Stricker[1] beschäftigte sich insbesondere mit der Wirkung, welche der Wechsel von CO_2 und Luft auf die Blutkörperchen vom Triton und Frosch hervorbringt.

So lange das Blut unverändert war, bemerkte er nur die schon oben erwähnten Erscheinungen im Mikrospectrum, und berichtigte so ältere ungenaue Angaben[2]. Anders verhielten sich die durch Wasser veränderten Blutkörperchen.

Zur Bewässerung führte Stricker das Wasser in Dampfform zu, wodurch sich sehr feine Abstufungen des Wassergehaltes erreichen lassen.

Er beobachtete dann das Auftreten von Niederschlägen im Kerne sowohl, als in der Substanz des Körperchens beim Zuleiten der CO_2, diese Niederschläge schwanden auf O und kamen auf CO_2 wieder u. s. f. Stricker deutet die Erscheinung, wie schon früher A. Schmidt und Schweigger-Seidel für den Niederschlag, den sie mit CO_2 in der Substanz der Froschblutkörperchen erhielten, gethan haben, als durch ausgeschiedenes Paraglobulin bedingt. Um solche Niederschläge zu erhalten, muss aber die Bewässerung schon bis nahe zur Entfärbung der Blutkörperchen getrieben sein.

Bei geringeren Wasserzusätzen sieht man von diesen Niederschlägen nichts. Unter Umständen kommt das merkwürdige Bild zur Erscheinung, welches wir schon einige Male erwähnt haben, Fig. 73 *a*. Dieses Bild schwindet, wie eine leicht zu bestätigende Beobachtung Stricker's uns lehrte, in einem Ueberschuss von CO_2, das Blutkörperchen erscheint dann wieder gleichmässig gefärbt, um beim Zutritt von Luft das frühere Bild wiederkehren zu lassen.

Auf einer gewissen Stufe der Bewässerung wird nur der Kern beim Zuleiten der CO_2 höckerig und tritt schärfer hervor, um auf Luft sich wieder zu glätten. Ist diese Stufe eben erreicht, dann sieht man auch das ganze Blutkörperchen auf CO_2 kugelig werden, auf Luft seine glatte Form wieder annehmen. Auch die Stechapfelform der Säugethierblutkörperchen kann durch CO_2 aufgehoben werden, um durch Luftzutritt wieder zu erscheinen, jedoch kann, wie Stricker bemerkte, der Versuch nicht oft wiederholt werden. Es bleibt endlich die Stechapfelform stationär. A. Schmidt[3] zeigte, dass Ozon das Blut unter Zerstörung der Blutkörperchen lackfarbig macht.

β. Aether[4], Chloroform[5], Schwefelkohlenstoff[6], Alkohol[7] in Dampfform

1) Pflüger's Archiv 1868. p. 590.

2) Harless, Monographie über den Einfluss der Gase auf die Form. Erlangen, 1846.

3) Virchow's Archiv, Bd. 29, p. 14.

4) v. Wittich, Journal für praktische Chemie, Bd. 64, p. 11 und Königsberger medic. Jahrbücher, Bd. III, p, 332. L. Hermann, Reichert u. du Bois, Archiv 1866, p. 27.

5) Chaumont, Monthly Journal of Medicine. Edinburgh 1854, p. 470. Böttcher, Virchow's Archiv. Bd. XXXII, p. 126. Bd. XXXVI, p. 342. Kneuttinger, l. c. p. 48. A. Schmidt und Schweigger-Seydel, Berichte der königl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften 1867. p. 190. 6) Herrmann, l. c. 7) Herrmann, l. c. Kneuttinger, l. c. p. 44.

dem Blute zugeleitet, machen dasselbe lackfarbig. Beobachtet man die Erscheinungen an den Blutkörperchen direct, so sieht man, dass bei den Kreisscheiben der Rand sich wulstet (HERMANN[1], A. SCHMIDT und SCHWEIGGER-SEYDEL[2]). An Stelle der centralen Depression erscheint eine nabelartige Einziehung, der gebildete Trichter wird enger und schliesst sich. Das Körperchen erscheint nun als gefärbte Kugel. Methylchlorürgas wirkt ähnlich (HERMANN[3]). Die erstgenannten Dämpfe, nicht das letztere, bewirken dann weiterhin Entfärbung der Kugeln.

Auf Amphibienblut wirken Aether- und Chloroformdämpfe so, dass die Körperchen anfangs fleckig werden, später vertheilt sich die Farbe wieder gleichmässig, das Blutkörperchen erscheint der Fläche nach etwas verkleinert. Dagegen hat die Dicke am Rande zugenommen, so dass der Kern in einer Vertiefung liegt. Nur wenige Blutkörperchen werden kugelig. Die meisten entfärben sich schon im Zustand der gewulsteten Scheibe völlig, die Kerne treten dann sehr scharf hervor, so verhalten sich die zuletzt angeführten Blutkörperchen, wenn man mit Aether oder Chloroformdampf geschwängerte Luft fortwährend über das Präparat streichen lässt, und die Erscheinungen ändern sich nicht wesentlich ab, wenn man mit der dampfgeschwängerten Luft in bestimmten Intervallen wieder reine Luft wechseln lässt.

Werden die angeführten Reagentien flüssig dem Blute zugesetzt, so bewirken Aether und Chloroform ähnliche Veränderungen, nur werden dabei eine grössere Anzahl von Blutkörperchen kugelig. Alkohol erzeugt leicht Niederschläge und unregelmässiges Schrumpfen.

Ansichten über den Bau der rothen Blutkörperchen. Wir werden in der Darlegung derselben nur zurückgehen auf die Zeit, wo die zwar schon vor SCHWANN ausgesprochene, aber durch SCHWANN's Lehren über die thierische Zelle zur Herrschaft gelangte Ansicht, dass die rothen Blutkörperchen Bläschen seien, bestehend aus einer Hülle und aus einem flüssigen Inhalte, anfing erschüttert zu werden.

Die Angriffe der Gegner dieser Annahme richteten sich zunächst, nachdem MAX SCHUTZE (1861) nachgewiesen hatte, dass eine Zellmembran als nothwendiger Bestandtheil der Zelle nicht in der Erfahrung begründet sei, gegen die Membran der rothen Blutkörperchen. Nothwendig musste die An- oder Abwesenheit einer Membran auch die Vorstellungen beeinflussen, welche man sich von dem früher als farbigen Inhalt bezeichneten Bestandtheile der Blutkörperchen machte. Die rothen Blutkörperchen spielten endlich in der von MAX SCHULTZE eröffneten Kritik des SCHWANN'schen Zellenschemas insofern eine Rolle, als bei der Discussion der Nothwendigkeit des Kernes für den Begriff einer Zelle hervorgehoben wurde, dass die Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere eines Kernes entbehren. Das letztere wurde geraume Zeit

1) l. c. p. 31. 2) l. c. p. 196. 3) l. c.

fast allgemein gelehrt, erst in neuerer Zeit hat sich eine allerdings nur vereinzelt dastehende gegentheilige Behauptung (Böttcher[1]) kund gegeben. Hier auf die Kernfrage noch näher einzugehen, halte ich nach den im Früheren vorgebrachten positiven Angaben für nicht nothwendig, und verweise auf die bezüglichen Mittheilungen von Böttcher, Klebs[2], A. Schmidt und Schweigger-Seidel[3].

Anders ist es mit der Frage, ob die rothen Blutkörperchen eine Membran besitzen oder nicht.

In Bezug darauf muss man, glaube ich, von vornherein zugeben, dass der Auffassung des Blutkörperchens als Bläschen in dem Sinne, wie es nachweislich eine grosse Zahl von Histologen nach Schwann gethan hat, gewichtige Gründe schon durch die Gestalt der Blutkörperchen entgegengestellt werden.

Eine mit Flüssigkeit erfüllte Blase, deren Wände nicht unnachgiebig sind und die wieder in einer Flüssigkeit schwimmt, kann man sich in jeder Gestalt eher vorstellen, als von zwei nach aussen concaven (Säugethiere) oder convexen (Vögel, Amphibien, Fische) Flächen und einer kreisförmigen oder elliptischen Zone von bestimmter Höhe begrenzt.

Schwann[4] hob das Rundwerden der Blutkörperchen auf Wasserzusatz als Beweis für die Bläschennatur derselben hervor, sie müssten sonst zwar aufquellen und farblos werden, aber ihre Form wie ein quellender Schwamm beibehalten. Die Erklärung der Wasserwirkung durch Anspannung der Membran um den durch Endosmose vermehrten flüssigen Inhalt des Bläschens wurde darauf auch fast allgemein angenommen, eben so wie man auf den entgegengesetzten Diffusionsstrom das Faltigwerden der Oberfläche beim Salzzusatz zurückzuführen suchte. Brücke[5] zeigte aber, dass weder die Erfolge des Wasser- noch auch des Salzzusatzes die Bläschennatur der Blutkörperchen zu beweisen vermögen.

Stützt man sich auf die Versuche, welche man an den rothen Blutkörperchen mit Hülfe mechanischer Eingriffe vornehmen kann (s. oben), so wird man sich ungeachtet aller gegentheiligen Angaben abmühen können, ohne nur einmal auf ein Bild zu stossen, welches unwiderleglich als die zerfetzte und entleerte Umhüllungshaut und auf keine andere Weise gedeutet werden könnte. Während die Veränderungen ablaufen, welche Entladungs- und Inductionsströme und das Frieren an den Blutkörperchen hervorbringen, ist in keinem Stadium derselben irgend etwas zu sehen, was für die Anwesenheit einer Membran sprechen würde.

Im Gegentheile, das Austreten der Kerne, das Ineinanderfliessen der gefärbten Kugeln, das mechanische Verhalten der nach Abgabe des Farbestoffes

1) Virchow's Archiv, Bd. 36 u. 39. 2) Virchow's Archiv, Bd. 38.

3) Königl. sächs. Gesellschaft etc. math. phys. Classe 1867, p. 190.

4) Ueber die Uebereinstimmung in Structur und Wachsthum der thierischen und pflanzlichen Organismen. Berlin 1839, p. 74.

5) Berichte der Wiener Akademie, Bd. XLIV, p. 389.

zurückbleibenden farblosen Reste, alles das spricht gegen die Membran. Die Erfahrungen bei solchen Versuchen waren vielmehr die Veranlassung dazu, dass man annahm (ROLLETT)[1], dass in den Bau der gefärbten, elastisch dehnbaren Substanz der rothen Blutkörperchen, welche bei allen Thieren die grösste Uebereinstimmung zeigt, ein Stroma eingehe, welches zunächst die Form und die eigenthümlichen mechanischen Eigenschaften der Blutkörperchen bedingen sollte. Dabei wurde von der schon damals als sehr complicirt erwiesenen chemischen Constitution der Blutkörperchen-Substanz abgesehen und nur gezeigt, dass durch eine Reihe von Einflüssen sichtlich der Farbestoff unter gleichzeitiger Erhaltung wesentlicher Eigenschaften des Stromas von demselben getrennt werden könne.

Die Erscheinungen, welche eine Reihe von Reagentien (Harnstoff, Chloroform, Aether) an den rothen Blutkörperchen hervorbringen, und eben so die von MAX SCHULTZE beschriebenen Erscheinungen auf Wärmezufuhr, liessen sich mit jener einfachen Annahme gut in Uebereinstimmung bringen. Freilich wurde gegen alle diese Versuche vielfach eingewendet, dass man sich die Membran nur in hohem Grade dehnbar vorzustellen brauche, dass man nur annehmen müsse, dass durch die erwähnten Einflüsse die Membran rasch und zuerst zerstört werde, um bei dem »zähen«, »festweichen«, »gallertartigen« Zustande des Inhaltes der Blutkörperchen, die obigen Erscheinungen auch bei dem ursprünglichen Vorhandensein einer Membran zu begreifen. Die Annahme, dass unter den berührten Umständen eine Membran zerstört werde, kann aber wieder nur durch den Nachweis ihrer Existenz begründet werden.

Den letzteren halten wir aber nicht für gegeben, wenn man auf die Bilder hinweist, die eine Reihe von Reagentien (Säuren) an den Blutkörperchen hervorbringen. Wir haben im letzteren Falle viel mehr Grund an Kunstproducte zu denken, als die Gegner Grund haben in den früher angeführten Fällen die Zerstörung einer natürlich vorhanden gewesenen Membran anzunehmen. Es müsste der Beweis der Präexistenz der Membran wieder erst geliefert werden.

Eine Bedeutung in Bezug auf die Membranfrage kommt auch den früher öfter erwähnten (Fig. 73 — *a*, — *b*,) eigenthümlichen Bildern am Amphibienblutkörperchen zu.

Man hat dabei von einer Retraction des Zellinhaltes von der Membran gesprochen. Man kann damit ferner auch die Bilder zusammenhalten, welche REMAK[2] und später PREYER[3] von sich theilenden Blutkörperchen beschrieben haben, wobei die Theilungsfurche einen farbigen Antheil des Blutkörperchens einschnürte, während zwischen dem eingefurchten Theil und der Umfassungslinie eine glashelle Substanz (die leere Membran) sichtbar wurde.

HENSEN[4], welcher den ersterwähnten Bildern eine eingehendere Betrach-

1) l. c. Bd. XLVI, p. 73, 94, 95 u. 98.
2) MÜLLER's Archiv 1858, p. 178, Taf. VIII.
3) VIRCHOW's Archiv, Bd. XXX, p. 417, Taf. XV, Fig. 26 u. 27.
4) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. XI, p. 260 u. f.

tung widmete, suchte das Zurückziehen des Inhaltes von der Membran, welche letztere ihm eben durch die Beobachtung jener Bilder erwiesen schien, dadurch zu erklären, dass er den rothen Blutkörperchen ein Protoplasma zuschrieb, welches um den Kern und an der inneren Oberfläche der Membran angesammelt (Primordialschlauch) durch zarte, radiär verlaufonde Fäden vorbunden sein und in seinen Lücken die gefärbte Zellflüssigkeit enthalten sollte.

Er stützt die letztere Annahme vorzugsweise auf den Nachweis der vom Kerne ausstrahlenden farblosen Fäden und es ist bekannt, dass darüber auch ähnliche Beobachtungen anderer Histologen vorliegen.

Allein abgesehen von diesen Fäden, die gewiss kein constantes Gebilde im Blutkörperchen darstellen, da man nur unter besonders glücklichen Umständen auf sie zu stossen scheint, müsste nach Hensens Darstellung das Protoplasma im ganzen Blutkörperchen vertheilt einen beträchtlichen Antheil an der Bildung der Blutkörperchensubstanz haben. Es wird nun zwar häufig die Bezeichnung Protoplasma in einer Weise benutzt, dass man nicht daran zweifeln kann, dass die Fixirung derselben auf einen bestimmten Begriff noch zu den frommen Wünschen gehört. Wenn man sich aber an die Erscheinungsweise und die hervorstechendsten Eigenschaften der von Max Schultze [1] und von Kühne [2] behandelten Protoplasmamassen hält, und wenn man noch überdies, wie später sich ergeben wird, bei der Entwicklung der rothen Blutkörperchen wahrnimmt, dass diese auf Kosten von aus contractilem Protoplasma bestehenden Zellen sich bilden, bei welcher Metamorphose eben die wesentlichen Eigenschaften des letzteren verloren gehen, dann wird man gegen die Annahme Hensens seine Bedenken nicht unterdrücken können. In der That haben die Bilder, welche Hensen zu der eben erwähnten Ansicht führten, auch eine ganz andere Deutung erfahren.

Brücke [3], welcher solche Bilder nach der Wirkung der 2% Borsäure beobachtete, stellt sich ein poröses Gebilde vor aus an sich bewegungsloser sehr weicher, farbloser, glasheller Substanz, ferner stellt er sich den Leib eines lebenden Wesens vor, dessen centraler Theil den Kern eines kernhaltigen Blutkörperchens bildet und frei ist von Haemoglobin, während der übrige Theil die ganze Masse desselben enthält.

Den letzteren Theil denkt sich Brücke so in den Zwischenräumen der porösen Masse liegend, dass er dieselben vollständig ausfüllt, dabei aber mit dem pigmentfreien Theile ein zusammenhängendes Ganzes bildet. Die farblose, poröse Substanz nennt er Oikoid. Alles übrige zusammen Zooid. Dadurch, dass das Zooid sich vollständig oder theilweise vom Oikoid zurückzieht, erklärt sich das Entstehen der oben erwähnten Bilder.

Stricker [4] schliesst sich in Bezug auf das Oikoid an Brücke an, den den

1) Das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen, Leipzig 1863.
2) Untersuchungen über das Protoplasma und die Contractilität, Leipzig 1864.
3) Wiener Berichte, Bd. LVI, p. 79.
4) Pflüger's Archiv 1868, p. 591.

Farbstoff enthaltenden Theil, welcher sich unter Umständen auf den Kern zurückzuziehen vermag, nennt Stricker, indem er dem Kern mehr Selbständigkeit zugesteht und auf die Analogie zwischen Amphibien- und Säugethierblutkörperchen hinweist, den Leib.

Sind die rothen Blutkörperchen im Ganzen, oder ist der als Zooid (Brücke) oder Leib (Stricker) bezeichnete Theil derselben contractil.

Klebs [1] bezeichnete auf Grund der von ihm angeführten, von Max Schultze aber seither widerlegten Temperatur-Einflüsse die Blutkörperchen der Säugethiere als contractile Gebilde, die Maulbeerform sollte dem bewegten, die Backschüsselform dem ruhenden, die Kugelform dem Zustande des Todes entsprechen. Rollett [2] sprach sich bei Gelegenheit seiner Untersuchungen über die Wirkung des Entladungsstromes auf die Blutkörperchen gegen die Annahme einer Contractilität der letzteren aus.

Er stützte sich dabei auf die Thatsache, dass man die rothen Blutkörperchen innerhalb der Gefässe des lebenden Thieres stets nur in passiver Bewegung sehe, dass Blutkörperchen, welche Monate lang ausserhalb des Organismus aufbewahrt waren, und dass Blutkörperchen in sauerstofffreiem mit Kohlensäure geschwängertem Blute, oder in mit Kohlenoxyd vergiftetem Blute sich gegen elektrische Schläge noch wesentlich ebenso verhalten, wie solche, welche frisch den lebenden Thieren entnommen worden waren.

Max Schultze [3] glaubte mit Bezug auf seine Versuche über den Einfluss der Wärmezufuhr ebenfalls wenigstens den kernlosen Blutkörperchen des Menschen und der Säugethiere keine Contractilität zuschreiben zu können, und ähnlich äusserte sich Kühne [4].

Es wird aber hier wieder nur darauf ankommen, auf welchen Begriff man die Bezeichnung Contractilität fixiren will. Brücke, indem er sich in seiner angeführten Abhandlung darüber rechtfertigt, dass er von der Contraction des Zooid als eines lebenden Wesens spricht, sagt, dass es uns nichts nützen würde, wenn wir die Scheidung des Zooid vom Oikoid nicht auf eine Contraction des ersteren, sondern etwa auf eine Gerinnung zurückführen wollten, wir hätten keine Garantie dadurch der Wahrheit näher gekommen zu sein. Eine Bewegung, welche man mit dem Namen Contraction bezeichnen kann, finde sicher statt, die gefärbte Masse rücke von allen Seiten auf den Kern. Was die Ursache dieser Contraction sei, und ob wir sie ihrem Wesen nach vergleichen können mit der Contraction einer sterbenden Amöbe, das werde vielleicht noch lange dunkel bleiben. Auf die Erhellung dieser Dunkelheit kommt es aber ja gerade an.

Chemische Skizze der rothen Blutkörperchen. Der bestbe-

1) Centralblatt für die medic. Wissenschaften, 1863, p. 851.
2) Wiener acad. Berichte, Bd. L, p. 190—200.
3) Archiv für mikroskop. Anatomie, Bd. I, p. 33 u. 34.
4) Physiolog. Chemie, Leipzig 1866, p. 191.

kannte Bestandtheil der rothen Blutkörperchen ist das Hämoglobin. Dasselbe kann leicht im krystallisirten Zustande erhalten werden.

Die Hämoglobinkrystalle sind als Blutkrystalle schon seit längerer Zeit bekannt und Gegenstand mikroskopischer Beobachtung.

Ihre erste Bekanntschaft machte man zufällig. Reichert [1] beobachtete sie an einem Spirituspräparate vom Meerschweinchen in Form von Tetraedern. Funke [2], Kunde [3], Lehmann [4] gewannen die Krystalle später methodisch aus gewässertem Blute und man erfuhr, dass die Farbstoffkrystalle sich aus dem Blute verschiedener Thiere in verschiedenen, aber für dasselbe Thier meist sehr regelmässig wiederkehrenden Krystallgestalten ausscheiden, welche man anfänglich sogar in sehr verschiedene Krystallsysteme verlegte.

Später lernte man die Thatsache kennen, dass die Blutkrystalle nicht nur erhalten werden können, wenn man durch Wässern des Blutes die Körperchen zerstört, sondern dass eine ganze Reihe von Einflüssen, welche das Blut durch Zerstörung der Körperchen lackfarbig machen, auch die Ausscheidung von Hämoglobinkrystallen zur Folge haben. So z. B. das Frieren und Wiederaufthauen (Rollett), das Behandeln mit Entladungsschlägen (Rollett), die Veränderung der Blutkörperchen am positiven Pol einer constanten Kette (A. Schmidt, Rollett), Erwärmung des Blutes im Wasserbade auf 60° (M. Schultze), Zusatz von gepulverten Salzen (Bursy), Einleiten oder Zusatz von Aether (v. Wittig) oder Chloroform (Böttcher), die Alkalisalze der Gallensäuren (Kühne). Aus jedem Tropfen solchen lackfarbigen Blutes kann man auf dem Objectträger eine grössere Menge schöner Krystalle erhalten. Die auf diese Weise in immer grösserer Zahl und genauer untersuchten Blutkrystalle verschiedener Blutsorten haben sich als zwei verschiedenen Systemen angehörig erwiesen. Zuerst zeigte von Lang [5], dass die bis dahin für regulär gehaltenen Tetraeder aus dem Meerschweinchenblut zwischen gekreuzten Nicols im Polarisationsmikroskop betrachtet, in 4 Azymuthen hell und in 4 Azymuthen dunkel erscheinen, und dass sie ihren optischen Eigenschaften gemäss in's rhombische System gehören, dass sie ferner mit dem in dasselbe System gehörigen prismatischen Krystallen des menschlichen Blutes verglichen, das folgende ergeben. Die Axenlängen der Prismen des menschlichen Blutes verhalten sich nach Messungen der spitzen Winkel der rhombischen Begrenzungselemente (54° 1'.), sowie 1 : 1,96=1 : 2.0,98, wenn man die zweite Axenlänge durch 2 dividirt, würden also die beiden Axen nahezu gleich lang werden, was mit den Krystallen aus dem Meerschweinchenblut sehr gut übereinstimmt.

Die Krystalle weitaus der meisten Thiere treten aber entweder als reine Tetraeder, oder Tetraeder mit abgestumpften Kanten oder Ecken auf, oder sie

1) Müller's Archiv, Jahrgang 1849, p. 197.
2) Zeitschrift für rationelle Medicin, N. F. Bd. I, p. 172 u. II. Bd. p. 199.
3) Zeitschrift für rationelle Medicin, N. F. Bd. II, p. 271.
4) Handbuch der physiol. Chemie, Bd. I. p. 365 und II. p. 151.
5) Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Bd. 46. p. 85 u. d. f.

erscheinen als rhombische Prismen wie beim Menschen, worüber man W. PREYER's neueste Abhandlung [1] vergleichen möge.

Nur die Blutkrystalle vom Eichhörnchen, die schon früher als sechseckige Tafeln beschrieben waren, erscheinen, wie VON LANG [2] zeigte, als sechseckige, dem hexagonalen Systeme angehörige Tafeln.

v. LANG wies auch zuerst nach, dass die Hämoglobinkrystalle mit nur einem Nicol über oder einem unter dem Object untersucht in 2 Azymuthen andere Farben darbieten, als in den 2 dazwischen liegenden, dass sie also nach der Krystallgestalt orientirte Lichtabsorptionserscheinungen darbieten (Pleochroismus).

Ausser dem Hämoglobin hat man den Blutkörperchen eine Reihe von anderen Substanzen zugesprochen, welche deren farblosen Antheil constituiren, aber bei verschiedenen Thieren in sehr wechselnder Menge vorhanden zu sein scheinen. Dahin gehören Eiweisskörper. Das Globulin oder Paraglobulin KÜHNE's, es ist erst in den durch Wasser bis zu einem gewissen Grade veränderten Blutkörperchen durch CO_2 zu fällen (KÜHNE, A. SCHMIDT, STRICKER). Ferner ein Eiweisskörper, welcher noch sehr angelegentlich studirt werden müsste, der von HOPPE fibrinähnlich, von HEYNSIUS geradezu Fibrin genannt wird.

Protagon haben L. HERMANN und HOPPE, Lecithin der Letztere im Stroma der Blutkörperchen nachgewiesen. Die Blutkörperchen enthalten zu Folge ihres Hämoglobingehaltes O in wechselnder Menge. CO_2 hat A. SCHMIDT in denselben nachgewiesen. Zu den genannten Stoffen tritt noch eine gewisse Menge qualitativ von den Mineralen des Plasmas abweichender Salze.

Die farblosen Formbestandtheile des Blutes. Unter diesen sind vor Allem die weissen Blutkörperchen zu nennen. Dieselben wurden schon von HEWSON von den farbigen unterschieden, und die grösste Anzahl derselben zeichnen sich durch die lebhaften Bewegungen [3], welche sie auszuführen im Stande sind, aus.

MAX SCHULTZE [4], welcher sich in neuerer Zeit eingehender mit diesen Formen beschäftigte, unterscheidet im menschlichen Blute mehrere Arten derselben.

Runde, die Grösse der rothen Blutkörperchen nicht erreichende Zellen mit einer dünnen Schichte von Zellsubstanz um einen oder zwei runde oder gegen einander abgeplattete Kerne.

An diese reihen sich Formen an, welche die Grösse der gewöhnlichen farbigen besitzen mit Kernen, wie die ersteren. Endlich kommen die fein und grobkörnigen, amöboiden Zellen und Uebergänge zwischen den letzteren.

Im frisch abgelassenen Blute erscheinen dieselben als mehr rundliche,

---

1) PFLÜGER's Archiv, Jahrgang 1868 p. 365. 2) l. c. p. 89.

3) WHARTON JONES, philosoph. Trans. 1846, DAVAINE, Mémoire de la Société de biologie 1850, T. II, p. 103. LIEBERKÜHN, MÜLLER's Archiv 1854, p. 44 und d .f.

4) Archiv für mikroskop. Anat. Bd. I, p. 9.

unregelmässig verzogene Formen. Auf die Temperatur von 35°—40° Cels. erwärmt, gerathen sie in lebhafte, den kriechenden Bewegungen einer Amöbe ähnliche Bewegungen. Bei einer Steigerung der Temperatur über 40° Cels. hören die Bewegungen auf und die Zellen erhärten.

Während sie sich lebhaft bewegen, nehmen sie Farbestoffkügelchen (Carmin, Anilinblau) und auch Milchkügelchen in die Substanz ihres Leibes auf. In Bezug auf die weiteren Eigenschaften dieser echten Protoplasmamassen verweise ich auf Capitel I. dieses Handbuches.

Ausser den weissen Blutkörperchen führt M. Schultze als einen constanten Bestandtheil des menschlichen Blutes unregelmässige Klümpchen farbloser Kügelchen an, die sich wie zerfallene Zellsubstanz ausnehmen.

Eine oft in der Literatur verzeichnete Angabe ist es, dass unter Umständen Fetttröpfchen im Blute angetroffen werden, oft in solcher Menge, dass das Serum dadurch ein milchiges Ansehen erhält, so bei saugenden Thieren (Schlemm, Joh. Müller)[1] und nach Fettgenuss (Kühne[2], Kölliker[3]). Das ins Blut gelangte Fett scheint aber sehr bald wieder aus demselben zu verschwinden. In der Mittheilung über Schlemm's Beobachtung an saugenden Katzen sagt Joh. Müller[4], dass milchiges Serum sich nur fand, wenn die Thiere kurz vorher Milch getrunken hatten.

Als eines weiteren Formbestandtheiles ist endlich noch der sogenannten Elementarkörperchen von Zimmermann[5] zu gedenken. Man hat für dieselben die Bedeutung von Generatoren der Blutkörperchen in Anspruch genommen. Nach dem Verfahren von Zimmermann aus gesalzenem Blute dargestellt, sind aber die meisten derselben leicht kenntliche Artefacte, die farblosen Reste zerstörter, rother Blutkörperchen (Hensen). Es wäre nicht zu verwundern, wenn solche auch manchmal im frisch aufpräparitem Blute gefunden würden (Kneuttinger). Endlich hat Max Schultze darauf hingewiesen, dass die kleinsten der Zimmermann'schen Elementarkörperchen mit seinen früher erwähnten Körnchenbildungen übereinstimmen.

Was die Zahl der weissen Blutkörperchen anbelangt, so sind dieselben im normalen Blute in viel geringerer Menge enthalten, als die rothen, ihre Zahl unterliegt grösseren Schwankungen als die der rothen.

Die Schwankungen hängen ab vom Lebensalter, von dem Geschlecht, von der Nahrungsaufnahme und von dem Gefässbezirk, aus welchem das untersuchte Blut genommen wurde.

Unter allen diesen verschiedenen Verhältnissen wurden Zählungen der

---

1) Froriep's Notizen, Bd. 25. 1829, p. 121.
2) Physiolog. Chemie. p. 181.
3) Gewebelehre, 1867, p. 620. 4) l. c.
5) Rust's Magazin, Bd. 66, p. 171. Virchow's Archiv, Bd. XVIII, p. 221, Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie Bd. XI, p. 341. Hensen, l. c. p. 259. Max Schultze l. c. p. 39. Kneuttinger, l. c. p. 5.

weissen Blutkörperchen nach der bei den rothen Körperchen angeführten Methode ausgeführt[1].

Im Mittel kommt nach Welker auf 335 rothe Körperchen, nach Moleschott auf 357 rothe ein weisses Körperchen.

Knaben ergaben ein farbloses auf 226 farbige, Männer auf 346, Greise auf 381, Mädchen auf 389, menstruirte Mädchen auf 247, dieselben Mädchen nicht menstruirt auf 405, Schwangere auf 281 (Moleschott).

Hirt fand früh Morgens im nüchternen Zustande ein weisses Körperchen auf 716 rothe, eine halbe Stunde nach dem Frühstück 1:347 rothen, 2—3 Stunden später 1:1514, 10 Minuten nach dem Mittagsessen 1:1592, eine halbe Stunde nach dem Mittagsessen 1:429, 2 bis 3 Stunden nach dem Mittagsessen 1:1481, ½ Stunde nach dem Abendessen 1:544, 2—3 Stunden nach dem Abendessen 1:1227.

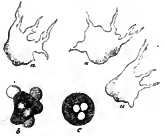


Fig. 74.

In der Vena lienalis fand Hirt das Verhältniss 1:60 in der Arteria lienalis 1:2260, in der vena hepatica 1:170, in der vena portae 1:740.

In dem Blute des Frosches kann man gleichfalls mehrere Arten farbloser Formbestandtheile unterscheiden (Rindfleisch[2], Kneuttinger[3], Golubew[4]) Fig. 74 *a*. Die gewöhnlichen amöboiden Zellen, und die mit stark lichtbrechenden Körnchen erfüllten sogenannten Körnchenzellen.

Sie zeigen, die ersteren, Fig. 74, lebhafter, die letzteren etwas weniger lebhaft im abgelassenen Blute die mannigfachsten, sich mit Ortsveränderungen veknüpfenden Formenwechsel, und nehmen dabei gleichfalls Milchkügelchen und Farbestoffpartikelchen in sich auf (Recklinghausen)[5]. Preyer[6] sah, wie die Theilstücke rother Blutkörperchen im Extravasatblut von Amphibien von weissen Blutkörperchen aufgenommen werden und erklärte so das Zustandekommen der dort vorfindlichen sogenannten blutkörperchenhaltigen Zellen. Auf Entladungs- und Inductionsströme von passender Stärke werden diese Zellen rund (Neumann[7], Golubew[8]) ähnlich, wie nach Kühne gereizte Amöben.

---

1) Welker, Prager Vierteljahrsschrift, l. c. Moleschott, Wiener medicin. Wochenschrift, 1854, Nr. 8. Hirt, de copia relativa corpusculorum sanguinis alborum Diss. inaug. Lips. 1855. E. de Purg, Virchow's Archiv, Bd. VIII, p, 301. Marfels, Moleschott, Untersuchungen zur Naturlehre etc. Bd. I, p. 61. Lorange, Quomodo ratio cellularum alb. et rub. mutetur etc. Diss. inaug. Regiomont. 1856.

2) l. c. p. 21. 3) l. c. p. 10 u. s. f.

4) Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Bd. LVII. p. 555.

5) Virchow's Archiv, Bd. 28, p. 185. Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe, Berlin 1862, p. 22.

6) l. c. p. 423. 7) Reichert u. du Bois Archiv 1867, p. 31. 8) l. c. p. 555.

Wie Golubew zeigte, fangen die auf den Reiz contrahirten Zellen des Frosches ihre Bewegungen wieder an. Der Modus dieser wiederkehrenden Bewegungen ist aber ein anderer als der, welcher vor der Reizung vorhanden war. Waren die ausgestreckten Fortsätze früher wie gewöhnlich conisch und fein zugespitzt, so sind sie nach dem Wiederbeginn der Bewegung rund und kürzer und breiter, sie werden rasch vorgetrieben und wieder eingezogen, um an einem nebenliegenden Orte wieder zu erscheinen, so dass eine Art von Fliessen um das Körperchen entsteht, Fig. 74 *b*, erst nach einiger Zeit kehrt die ursprüngliche Bewegungsform wieder, in anderen Fällen breitet sich das Körperchen bei der Wiederkehr der Bewegung in einen flachen Kuchen aus. Aus jeder einzelnen dieser Phasen stellen verstärkte Reize sogleich wieder die Kugelgestalt her. Fig. 74 *c*.

Durch fortgesetzte starke Schläge werden die weissen Blutkörperchen zerstört, es tritt in den aufquellenden Zellen Molekularbewegung ein, oder sie werden endlich zum Platzen gebracht und entleeren ihre Körnchen. Eine grössere Menge dieser Zellen bekommt man im isolirten Zustande sehr schön zur Beobachtung, wenn man einen frischen Blutstropfen vom Triton oder Frosch auf ein Deckgläschen bringt, mit diesem in eine feuchte Kammer schliesst und den frei hängenden Tropfen gerinnen lässt. Man sieht sehr bald, nachdem einmal die Serumzone an den Grenzen des Coagulum aufgetreten ist, dass in diese Zone durch eine lebhafte Auswanderung aus dem Coagulum zahlreiche, amöboide Zellen hineingelangen und auch der Kuchen an seiner Oberfläche mit solchen sich dicht besetzt.

Sclarewsky[1] hat diese Erscheinung des Heraustretens der weissen Blutkörperchen aus dem Coagulum ausführlicher behandelt, indem er es an in dünnen Glasröhrchen geronnenem Blute beobachtete. Für die Isolirung der Zellen zur mikroskopischen Beobachtung eignet sich der eben angeführte einfache Versuch weit besser und die Beobachtungen, welche man dabei über die Details der Wanderungen der einzelnen Zellen machen kann, sprechen dafür, dass die selbständigen Bewegungen der Zellen das hauptsächlichste, wenn nicht ausschliessliche Moment für die Auswanderung abgeben. Die Ursachen, welche man für diese zur Auswanderung führenden Bewegungen annehmen muss, sind erst näher zu ermitteln.

Ausser diesen beweglichen Zellen kommen im Froschblut jeder Zeit einzelne, wenige farblose Gebilde von dem Ansehen frei gewordener Kerne vor. Endlich trifft man noch in einer nach den Jahreszeiten wechselnden Zahl im Froschblut die zuerst von Recklinghausen[2] genauer gewürdigten Spindelzellen an. Im Froschblut sind sie besonders im Frühjahre in grosser Zahl enthalten. Sie besitzen eine glänzende, glatte Zellsubstanz und einen körnigen ovalen Kern.

1 Pflüger's Archiv, 1868, p. 660.
2 Max Schultze's Archiv, Bd. II, p. 137.

Von Recklinghausen, der uns mit der merkwürdigen Thatsache bekannt machte, dass in abgelassenem Froschblute nach einiger Zeit, wenn es in feuchter Luft aufbewahrt wird, ein lebhafter Zellenbildungsprocess vor sich geht, der schliesslich zur Entstehung von rothen Blutkörperchen führt, hat auch Mittheilungen über die zu beobachtenden Zwischenformen gemacht. Desgleichen haben Sclarewsky[1] und Golubew[2] später sich mit diesen Uebergangsformen zwischen weissen und rothen Blutkörperchen beschäftigt. Den betreffenden Angaben ist zu entnehmen, dass in die Reihe dieser Zwischenformen auch die schon von früheren Beobachtern (Wharton Jones[3], Hensen[4]) beschriebenen, im Froschblute vorkommenden blassen, den rothen Blutkörperchen im übrigen ähnlichen Zellen zu stellen sein werden.

Wir sind durch die zuletzt angeführten Thatsachen unmittelbar zu den schwierigen Fragen nach der Entstehung und Regeneration der organisirten Bestandtheile des Blutes geführt.

Entwicklung der Blutkörperchen. Die ersten farbigen Blutkörperchen beim Hühnchen entstehen gleichzeitig mit der Anlage der ersten Gefässbahnen im Fruchthofe (Afanasieff[5]) oder im Gefässhofe und undurchsichtigem Fruchthofe (His[6]), und zwar schnüren sich dieselben von den Wänden der Gefässräume ab (Afanasieff) und halten anfangs zu inselförmigen Gruppen zusammen (Blutinseln, Wolf und Pander), oder entstehen nach der Ansicht von His gruppenweise in grösseren Protoplasmakugeln in den Wandungen der Gefässe und brechen später in das Lumen ein. Erst nach dem Zusammentritt der Gefässe mit dem Herzen werden diese für den Stromstoss bereit liegenden, erst entstandenen Blutkörperchen einzeln oder oft noch in Haufen zusammenhängend (His) weggeschwemmt. Die ersten Blutzellen zeigen noch zahlreiche Vorsprünge und Auswüchse (His). Ferner zeigen die während des ferneren Eilebens circulirenden farbigen Blutkörperchen zahlreiche, auf Theilungsvorgänge zu beziehende Bilder, welche von Remak[7] beschrieben und abgebildet wurden.

Im Schwanze jüngerer Froschlarven findet man die neugebildeten Gefässe, angefüllt mit eigenthümlichen kurzen, gedrungenen, von zwei Seiten her nur etwas abgeglatteten Spindeln, welche sehr leicht gelblich tingirt und mit mehreren Dotterkügelchen erfüllt, im übrigen glatt erscheinen.

Neben diesen anfänglichen Zellen treten, wie es scheint, mit der fortschreitenden Entwicklung des Darmtractes eine immer grössere Menge weisser Blutkörperchen auf. Die mit den Dotterkörnchen erfüllten Zellen treten dagegen immer mehr zurück. Man stösst dann auch bald auf die beim ent-

1) Centralblatt für die medic. Wissenschaften 1867, p. 865.
2) l. c. p. 566. 3) Philosophical Transactions 1846. 4) l. c. p. 263.
5) Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Bd. LIII, p. 560.
6) Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes. Leipzig 1868. p. 95.
7) Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelthiere. Berlin 1855, p. 164. Müller's Archiv 1858, p. 178.

wickelten Thiere beschriebenen Uebergangsformen und auf farbige Blutkörperchen von der gewöhnlichen im Froschblut enthaltenen Form.

Bei den Säugethieren beobachtet man im Embryonalblute anfänglich kernhaltige, sich theilende farbige Blutkörperchen; später treten auch hier diese Formen mehr zurück, dafür gelangen bei der weiteren Entwicklung des Embryo (der Milz, Kölliker) zahlreiche weisse Blutkörperchen in das Blut[1] (das Leberblut, Kölliker), wo sie sich in farbige, kernhaltige Blutkörperchen metamorphosiren. Bis zu einer bestimmten Periode des Embryonallebens findet man nur kernhaltige, rothe Blutkörperchen (Kölliker.) Die kernlosen treten erst später und dann in immer grösserer relativer Anzahl auf. Kernlose sind nach Kölliker l. c. bei Schafembryonen von $3\frac{1}{2}''$ noch nicht vorhanden, bei 9'' langen selten, erst bei 13'' langen machen sie die Mehrzahl. Nach Robin[2] soll bei menschlichen Embryonen von 30 Millim. die Hälfte der Blutkörperchen kernlos sein. Einzelne kernhaltige findet man noch bei viermonatlichen Embryonen und auch in späteren Lebensaltern.

Rothe Blutkörperchen können, wie schon früher angeführt, auch im Blute entwickelter Thiere noch in grösserer Anzahl neugebildet werden, und zwar geschieht das, wie man nun für den Frosch durch von Recklinghausen und neuerlich durch Golubew weiss, auf Kosten der farblosen Blutkörperchen.

Theilungen der rothen Blutkörperchen werden bei den entwickelten Thieren überhaupt nur vereinzelt beobachtet.

Ob die farblosen Blutkörperchen in allen Fällen noch innerhalb des kreisenden Blutes und durch welche Art der Zellengenese sich vermehren, sind noch offene Fragen. Sicher ist, dass dem Blute nicht nur während der Entwicklung und des Wachsthums des thierischen Organismus, sondern dauernd während des Lebens mit dem Lymphstrom eine grosse Zahl weisser Blutkörperchen zugeführt werden, welche in lokalisirten Keimlagern ausserhalb des Blutes (Lymphdrüsen) entstanden sind.

Hätte die beständige Zufuhr solcher jungen Zellen nur den Zweck, das Material für die Regeneration der rothen Blutkörperchen zu liefern, dann müsste man sich die letzteren als sehr vergängliche, einem raschen Wechsel unterliegende Gebilde vorstellen. Allein abgesehen davon, dass auch ein Zerfall der weissen Blutkörperchen selbst im Blute möglich wäre, hat man die Thatsache des Auswanderns der weissen Blutkörperchen aus den Gefässen in die Gewebe und ihre Betheiligung an plastischen Vorgängen in den letzteren kennen gelernt, andererseits kennt man bisjetzt im Normalzustande des Organismus nur zwei regelmässig wiederkehrende Prozesse, bei deren einem — der Menstruation — sicher, bei deren anderem — der Gallenbereitung (Kühne[3])

1) Kölliker, Zeitschrift für rationelle Medicin, Bd. IV, p. 112. Gewebelehre, Leipzig 1867. p. 637. E. H. Weber u. Kölliker, Zeitschrift für rationelle Medicin, Bd. IV, p. 160.

2) Journal de la physiologie, Paris 1858, p. 288.

3) Physiologische Chemie p. 88.

sehr wahrscheinlich eine grössere Menge rother Blutkörperchen verloren geht.

Es sind ferner hier die Beobachtungen über den Zerfall rother Blutkörperchen anzuführen, wie man ihn für die Pigmentbildung in der Milz, dann in den Blutkörperchen haltigen Zellen der Milz (siehe diese) und des Knochenmarkes beschrieben hat, über dessen zeitlichen Verlauf während des Lebens aber nichts näheres bekannt ist.

Vermeintliche Uebergangsformen zwischen weissen und rothen Blutkörperchen im Gesammtblut bei Säugern wurden indess nur nach künstlich herbeigeführten Blutverlusten als körnige Blutkörperchen von Erb[1] beschrieben.

Kölliker[2] erinnert daran, dass er ähnliche Bildungen schon früher im Blute saugender Mäuse gefunden. Der Prozess ihres Entstehens aus den kernhaltigen weissen Blutkörperchen und ihres Ueberganges in die gewöhnliche Form der rothen Blutkörperchen müsste aber erst noch direkt verfolgt werden.

Im Blute von leukämischen wurden wiederholt kernhaltige, rothe Blutkörperchen gefunden von dem Ansehen der gekernten, embryonalen Blutkörperchen der Säugethiere und des Menschen.

Es ist ferner hier auf die Angaben hinzuweisen über das Vorkommen sich entwickelnder rother Blutkörperchen in der Pulpa der Milz (siehe diese).

Endlich wurde in neuester Zeit von Neumann[3] auf kernhaltige, rothe Blutkörperchen aufmerksam gemacht, welche constant im Knochenmarke, namentlich im rothen (Mensch, Kaninchen) vorkommen und Bizzozero[4] hat die Beobachtung von Neumann bestätigt (Mensch, Kaninchen, Maus). Beide Forscher beschreiben eine geschlossene Reihe von Uebergangsformen zwischen weissen, kernhaltigen und kernlosen rothen Blutkörperchen und bringen darum das Knochenmark in Beziehung zur Blutbildung. Weitere Mittheilungen über diese Function des Knochenmarkes wurden jüngst von Hoyer gemacht.

1) Virchow's Archiv, Bd. 34, p. 138. Tdf. IV. 2) Gewebelehre, p. 640.

3) Centralblatt für die medic. Wissenschaften. Jahr 1868. p. 689 und Archiv für Heilkunde, 1869, p. 640.

4) Centralblatt 1868, p. 881 und 1869 p. 149.

5) Centralblatt 1869, p. 244 u. 257.

Capitel XIV.

Die Speicheldrüsen.

Von

E. F. W. Pflüger.

§. 1. Allgemeiner Plan des Baues. Die Speicheldrüsen, zu denen die Glandulae parotis, submaxillaris und sublingualis gerechnet werden, stellen, ohne Mikroskop betrachtet, rundliche oder polygonale, gegeneinander abgeplattete, gelbweisse Massen dar, welche mit hohlen Stielen in einen gemeinsamen Ausführungsgang einmünden. Die Drüse besteht nämlich aus einem sich sehr oft baumartig verästelnden Schlauche, dessen Wand aus einer Lage von Zellen, den sogen. Epithelien, zusammengefügt ist. Die ungemein zahlreichen Endästchen, Alveolen genannt, tragen grosses Plattenepithel, während die anderen Theile mit Cylinderepithel oder kleinen Plattenepithelien ausgekleidet sind und sitzen mit im Allgemeinen kolbenförmiger Gestalt traubenartig dem primären Ausführungsgange auf. Deshalb gehören die Speicheldrüsen zu der acinösen Formation. Man muss sich aber darum die oft noch ohnehin mit secundären und tertiären Ausstülpungen versehenen Alveolen nicht unter der Gestalt einer Beere denken, da sie nicht selten ganz cylindrisch, zuweilen nur schwach verjüngt aus dem Hauptzweige hervorgehen. Die Menge der zu einem kleinsten Ausführungsgange gehörigen Alveolen ist eine so grosse, dass sie prall und oft polygonal abgeplattet gegeneinander liegen und nur sehr wenig Raum für das interstitielle Gewebe übrig bleibt.

§. 2. Die Alveolen. Wir unterscheiden an diesen im Durchschnitt 0,030 Millim. im Caliber messenden Röhren einen Canal und eine Wand. Wie man sogar an in Alkohol erhärteten Drüsen, besonders an den etwas grösseren Alveolen leicht wahrnimmt, ist der Hohlraum von sehr verschiedenem Caliber, und kann den mittleren Durchmesser einer Speichelzelle erreichen, aber auch ausserordentlich fein $(1-2\mu)$ und mehrfach in einem Alveolus vorhanden sein. Der Centralcanal setzt sich, wie ich mit Herrn Stud. Anton Ewald

gefunden habe, in äusserst feine Röhrchen (Speichelcapillaren) fort, welche zwischen die Speichelzellen vordringen und auch zwischen Propria und Epithel verlaufen, so dass diese wie die Leberzellen von Röhrchen umsponnen werden, die sich mit Berlinerblau injiciren lassen und von einem zu dem anderen Alveolus herüberzugehen scheinen.

Die aus im Allgemeinen Einer Lage von Zellen gebildete Wand ist nach aussen von einer äusserst feinen und im frischen Zustande vollkommen structurlos erscheinenden Haut, der Membrana propria, überzogen. Von ihrer Existenz überzeugt man sich durch Behandlung einer frischen Glandula submaxillaris des Kaninchens mit destillirtem Wasser, wodurch diese Haut sich wie eine hyaline Blase oft weit von den Epithelien abhebt. Da in neuerer Zeit die Membranae propriae der Drüsen vielfach, so von Schlüter[1] für die Speicheldrüsen geläugnet werden, so empfehle ich die Bauchspeicheldrüse des Kaninchens 1 Tage in weingelbes Jodserum und darauf 2 Tage in 5 CC. verdünnte Chromsäure von $^1/_{80}$% zu legen. Durch offenbar verdauende Wirkung sind die Epithelien zum Theil aufgelöst und liegen evident in einem hyalinen weiten Sack, den sie bei weitem nicht mehr ganz ausfüllen. Dieses Bild wird Jeden von der Existenz der Membranae propriae als continuirlichen und geschlossenen Häuten überzeugen. —

Eine ganz andere Frage ist, ob diese dennoch aus platten, verschmolzenen Zellen zusammengesetzt gedacht werden müssen. Nach Boll[2] und Kölliker[3] bilden anastomosirende Bindegewebezellen, die ein reticulum darstellen, jene Membran, in welcher der Alveolus wie in einem Korbgeflecht ruhen soll. So plausibel von vornherein diese Ansicht auch erscheint, so lassen sich doch die Thatsachen mit ihr kaum in Einklang bringen. 1. Wann ich auch immer an frischen Präparaten die Membrana propria zu Gesicht bekam, zeigte sie mir niemals einen Kern, obwohl ich mit verdünnter Chromsäure untersuchte, die alle Kerne der Epithelien glänzend hervortreten liess und obwohl die vielstrahligen platten Zellen, welche Boll und Kölliker als Bestandtheile der Membrana propria ansprechen, einen oft intensiv glänzenden grossen Kern, der nach Boll sogar rund und sehr dick sein kann, beherbergen. 2. Das blasige Abheben der Membrana propria von den Speichelzellen als Folge der Diffusion setzt eine continuirliche Haut, welche man ja auch sieht, und kein reticulum voraus. 3. Die kleinen vielstrahligen Zellen des reticulum sind beim Kaninchen so selten, dass wenigstens die bekannte Form bei Weitem nicht ausreichen würde, um allen Alveolen einen Ueberzug zu geben. 4. Die vielstrahligen Zellen stehen mit den Epithelzellen in unzweifelhaftem Zusammenhang durch Ausläufer und sind also keine Bindegewebezellen, ein

1) H. Schlüter, Disq. microsc. et phys. de gland. saliv. Vratisl. 1865. Inaugural-Dissertation.

2) Franz Boll, Ueber den Bau der Thränendrüse im Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. IV. 1868. p. 146.

3) A. Kölliker, Handbuch der Gewebelehre 1867. p. 357.

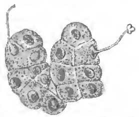
Punct, den wir später noch eingehend zu behandeln haben. Die Ansicht von Boll und Kölliker entbehrt demgemäss bis dahin der ausreichenden Begründung.

Was nun den Inhalt der Alveolen betrifft, so besteht dieser aus Zellen, welche von zahllosen Körnchen erfüllt sind, sodass die Drüsensubstanz bei durchfallendem Lichte schwarz aussieht, weshalb man weder Zellengrenzen noch Kerne zu erkennen im Stande ist. Diess ist die Erscheinung, wie sie sich bei dem ganz frischen Präparate, welches aus der lebenswarmen Drüse entnommen ist, darstellt, wenn man humor aqueus als Untersuchungsflüssigkeit anwendet. In verdünnter Chromsäure von $^1/_{80}$% löst sich aber schnell der grösste Theil jener Granula; die Alveole hellt sich auf und präsentirt die prachtvollste Zellenmosaik. Hierzu eignen sich die Glandulae submaxillares der Kaninchen vorzüglich gut. Jene Zellen sind polygonal gegeneinander abgeplattet und durch scharfe, glänzende, doppelte Conturen geschieden. Meist bilden sie nur eine Lage, welche den centralen Drüsencanal umgrenzt und sich gegen diese durch scharfe Conturen absetzt. Bei den meisten Thieren hebt sich die Membrana propria leicht ab. Unter einander hängen diese Zellen aber ausserordentlich innig zusammen, sodass sie nach der Isolation aus der Membrana propria in Gruppen erhalten werden, wie sie in der Alveole zusammengefügt waren. Beachtet man die Grösse der Epithelien, so ist es bemerkenswerth, dass im Allgemeinen die in ein und derselben Alveole enthaltenen nahezu übereinstimmen. Vergleicht man aber verschiedene Alveolen mit einander, so erkennt man, dass diese eine sehr verschiedene sein kann. Es begreift sich, dass die kleinen Epithelien Alveolen von geringerem Querdurchmesser angehören. Man kann also kleinzellige und grosszellige Alveolen unterscheiden. Es kommen aber alle Uebergänge zwischen beiden Arten vor, so dass man es hier mit verschiedenen Entwicklungszuständen derselben Drüsensubstanz zu thun hat. Diese Angabe bezieht sich auch auf ausgewachsene Thiere.

Gehen wir nun zu der genaueren Betrachtung der Speichelzellen der Alveolen über, so bemerke ich zunächst, dass sie durch eine Membran gegen das Lumen und gegen einander abgegrenzt zu sein scheinen. Wichtig ist, dass der zwischen zwei sich berührenden Speichelzellen verlaufende Doppelcontour oft die Grenze beider nicht ganz einnimmt, als ob an einigen Stellen eine noch innigere Verbindung der Epithelien statt hätte. Das Protoplasma der Speichelzellen ist zähe, feinkörnig und häufig streifig. Eine solche Zelle kann den Eindruck machen, als ob zahllose, äusserst feine Fäserchen das Protoplasma darstellten. Die mittlere Grösse der Speichelzellen beträgt 0,014 Millim. Die grössten, mir bekannten derartigen Epithelien habe ich in gewissen Alveolen der Speicheldrüse des Ochsen gefunden.

Innerhalb des Protoplasmas sieht man in allen frischen und soeben mit verdünnten Säuren befeuchteten Präparaten einen äusserst blassen, kugeligen Kern. Bei längerer Einwirkung der Säure wird er lebhaft glänzend und

schwarz, zuweilen doppelt conturirt. Allmählig schrumpft er dann und legt sich als platte Scheibe an die Wand der Zelle an, was seinen Nachweis oft erschwert. Der Zellenkern liegt excentrisch zur Speichelzelle und Alveole, also unmittelbar unter der Membrana propria. Seine mittlere Grösse im frischen, durch verdünnte Säuren sichtbar gemachten Zustände beträgt 0,006 Millim. Die merkwürdigste Eigenthümlichkeit des Zellenkernes besteht darin, dass eine im frischen Zustande äusserst zarte Faser von ihm abgeht (Fig. 75) und oft die Wand der Speichelzelle durchbohrt, welche der Membrana propria anliegt. Ich habe diese geschwänzten Kerne im ganz frischen Zustande gesehen. Am geeignetsten erweisen sich die Unterkieferdrüse des Kaninchens oder Schweines zu ihrer Demonstration. Die Kernfortsätze sind von C. Otto Weber sowie von Boll bestätigt worden, während Kölliker und Heidenhain sie, abergewiss mit Unrecht, läugnen. Der Letztere [1] zeichnet merkwürdigerweise selber einen so eminent deutlichen dicken Fortsatz vom Kerne einer isolirten Speichelzelle, der diese verlässt und obendrein noch eine Scheide von der Zellmembran mit erhält, dass ich auf Grund dieser positiven Beobachtung den Schluss ziehen würde, dass der Fortsatz öfter darum an den Zellen nicht gesehen wird, weil er bei der Herstellung des Präparates zerstört worden ist. Der Kernfortsatz scheint hohl zu sein, da er oft eine grössere Menge eines zähen Inhaltes entleert, welcher wohl aus dem Kerne stammt. Da der Kernfortsatz die Zelle verlässt, so erscheint diese gestielt, wie das von Schlüter, mir, Gianuzzi, Boll und Kölliker ebenfalls gesehen worden ist. Wie schon Schlüter und ich beschrieben, sind die Zellenfortsätze oft sehr lang, verästeln sich, fliessen in einen (Schlüter) zusammen und tragen wie Beeren die Alveolenzellen.


Fig. 75. Isolirte Alveolen des Kaninchens mit Kernen, die Fortsätze haben. Vergr. 480.

Was die Zahl der Kerne in den Speichelzellen betrifft, so findet man nur einen; in seltenen Fällen scheinen allerdings auch mehr vorzukommen, doch sieht es dann gewöhnlich so aus, als ob die Trennungslinie zwischen zwei Epithelien noch nicht ganz scharf entwickelt sei.

Nach Heidenhain giebt es zweierlei Arten von Speichelzellen, von denen die einen Schleim aber keine Eiweissstoffe, die anderen keinen Schleim und Eiweissstoffe enthalten. Erstere nennt er Schleim-, letztere Eiweisszellen. Jene sind glasig, durchsichtig und zartstreifig, letztere fein granulirt. Letztere sollen die Jugendzustände der ersteren sein, wo überhaupt Schleimzellen, wie in der Glandula submaxillaris des Hundes, der Katze, des Ochsen, des Schafes etc. vorkommen, während sie nach demselben Forscher bei den Kaninchen (Gl. subm.) fehlen (s. Heidenhain a. a. O. p. 6). —

1) R. Heidenhain's Studien des physiologischen Instituts zu Breslau, 1868. Taf. IV. Fig. XIII x).

Ausser den genannten Gebilden bleibt noch eine von Gianuzzi zuerst beschriebene Bildung an den Alveolen zu erwähnen, welcher er den Namen des »Halbmondes« gegeben hat. (S. Gianuzzi. Von den Folgen des beschleunigten Blutstroms für die Absonderung des Speichels. Ber. d. K. Sächs. Ges. d. Wiss. Math. Phys. Classe. Sitzung vom 27. Nov. 1865.)

Auf Schnitten gehärteter Speicheldrüsen scheint sich hier und da eine concav-convex linsenförmige Schicht von gewöhnlich sehr geringer Mächtigkeit dem Alveolus innig anzuschmiegen, welche also auf dem Durchschnitt wie eine Mondessichel mit ihrer Höhlung die Speichelzellen umgreift. Da ich bei Untersuchung frischer Drüsen den Halbmond nicht sah und ebenso bei dem Kaninchen vermisste, so war ich geneigt, da jene Bildung nur bei den Thieren nachgewiesen ist, die Schleimzellen haben, in dem Halbmonde ein durch postmortale Schleimblasenbildung, die das Zellenprotoplasma nach der Wand verdränge, entstandenes Kunstproduct zu vermuthen. Wie auffallend ist es doch, dass nach den neueren Untersuchungen von Heidenhain die Glandula submaxillaris des Hundes, wenn man ihr den Schleim entzieht, auch keine Halbmonde mehr hat, sondern wie eine Kaninchendrüse aussieht. (S. Heidenhain a. a. O. Taf. II. Fig. V.) Die Elimination des Schleimes geschieht dadurch, dass man die Drüse vom Nerven aus viele Stunden zur Secretion anregt, wodurch der Schleim und die schleimbildenden Stoffe verbraucht werden.

Die späteren Forscher sind zwar meinen Bedenken gegen den »Halbmond« nicht beigetreten, rechtfertigen es aber dadurch vollkommen, dass Jeder etwas Anderes unter »Halbmond« versteht. C. Ludwig und Gianuzzi schrieben ihm eine geschichtete Structur zu, behaupteten die Schwärzung desselben durch Ueberosmiumsäure und die Röthung durch Carmin. Kerne vermochten sie nicht deutlich nachzuweisen. — Boll und Kölliker erklärten den »Halbmond« für Bindegewebe, dessen an den Alveolus sich anschmiegende, das genannte reticulum bildende Zellen ihn darstellen sollen. Heidenhain (a. a. O.) stellt die Behauptung auf, dass der »Halbmond« ein Lager junger Epithelialzellen bilde, dazu bestimmt, die sich auflösenden Speichelzellen zu ergänzen. Ich glaube, dass diese Ansicht nicht unberechtigt ist. — Da bei der Glandula submaxillaris des Hundes das Schleimzellen-Protoplasma durch Carmin so gut wie nicht gefärbt wird, während die an der Peripherie liegenden kleinen Kerne, sowie die oft vielfach über einander an der Peripherie verlaufenden langen Zellenfortsätze sich intensiv roth färben, so ist auch hierdurch ein Moment zur Bildung einer sich auszeichnenden Randzone am Alveolus gegeben.

Da somit der Ausdruck »Halbmond« so verschiedenes bedeuten kann, so vermeidet man denselben am besten ganz.

§. 3. Die Ausführungsgänge. Innerhalb der Drüsen verlaufen ausser den bisher beschriebenen Bildungen oft sehr mächtige, mit Cylinderepithel bekleidete Röhren, welche man als die Ausführungsgänge derselben

aufgefasst hat. Ein genaueres Studium zeigt, dass sie noch von einer höheren Bedeutung sein müssen. Hierfür hebe ich zuerst hervor, dass, wenn man einen Hund schleunigst tödtet und feine Lamellen der Unterkieferdrüse anfertigt, an den Querschnitten der genannten Ausführungsgänge auf den Cylinderzellen stehende klare Tropfen erkannt werden, von denen einige innerhalb des Lumens bereits als runde, scharf abgegrenzte Kugeln zu erkennen sind. Unzweifelhaft sind diese aus dem Cylinderepithel hervorgequollen. Da man nun in dem frisch secernirten Speichel, welcher durch Drüsenreizung hervorgelockt wird, ganz dieselben Tropfen findet, so ist es sehr wahrscheinlich, dass diese Cylinderepithelien noch zu den secernirenden Flächen gehören. Noch mehr spricht für die Wichtigkeit dieser Bildungen das anatomische Studium, indem es zeigt, dass die Dicke der Wand häufig in peripherischer Richtung, nicht wie man erwarten sollte ab–, sondern mächtig zunimmt. Die Verdickung dieser Wand ist meist bedingt durch längere Cylinderepithelien, welche immer einschichtig bleiben. Ausserdem zeigt die Peripherie der weiteren Röhren flache und stärkere Ausstülpungen, welche mit demselben Epithel belegt sind. Geht man dem Laufe der Verästelungen in peripherischer Richtung entlang, so kommt man oft zu feinen Gängen von 0,010 Querdurchmesser, welche dasselbe Epithel besitzen wie die grossen, und, wenn mich nicht Alles täuscht, blind endigen, es sei denn, dass Secretionsröhrchen, d. h. Speichelcapillaren, von der Feinheit, wie sie bei den Gallencapillaren uns entgegentreten, nach Alveolen führen. Es besitzen also mit einem Worte diese Ausführungsgänge oder die »Speichelröhren« verschieden gestaltete Divertikel. Nicht selten bilden sie auch Schlingen oder biegen doch plötzlich um.

Wenden wir uns nun zum Studium der Beschaffenheit des Cylinderepithels, so finden wir Zellen von 0,004 Millim. mittleren Querschnitts und sehr variabler Länge. Diese Cylinderepithelien grenzen sich gegen einander und das Lumen des Rohres so scharf ab, als wenn sie Membranen besässen. Letztere scheinen gegen das Lumen zu einer glänzenden, zusammenhängenden Schicht sich zu vereinigen, indem hier die Zellen besonders innig zusammenhängen. Aber auch sonst haften die Epithelcylinder sehr fest zusammen, sodass es frisch nicht gelingt, sie zu isoliren. Betrachtet man die Oberfläche des Schlauches, so erkennt man eine schöne Mosaik der Zellen und einen deutlichen, den Querschnitt der Cylinderzelle gewöhnlich fast ganz erfüllenden scharf umschriebenen Kern. Der Zelleninhalt erscheint bei Untersuchung eines ganz frischen Querschnittes des Speichelrohres vom Hunde fast vollkommen hyalin. Zur Entscheidung hierzu ist dieses Thier sehr geeignet, weil die Derbheit der Drüse (Glandula submaxillaris) im lebenswarmen Zustande frische, feine Querschnitte anzufertigen gestattet. Das Bemerkenswertheste an diesen Cylinderepithelien ist die dem Canal abgekehrte Seite, welche unmittelbar un–

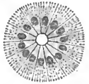


Fig. 76. Vergr. 480. Kaninchen. Querdurchschnitt eines frischen Speichelrohres in verdünnter Chromsäure von $^{1}/_{50}$%.

ter der Membrana propria liegt. Hier entspringen äusserst feine varicöse Härchen in sehr grosser Zahl, sodass aus jeder Cylinderzelle ein solcher Pinsel hervorkommt. Die Oberfläche des sich immer sehr leicht aus der Membrana propria ausschälenden und nur aus Cylinderzellen zusammengefügten Schlauches sieht, weil die Pinsel nahezu gleich lang sind, wie eine dichte Bürste aus. Man beobachtet diese Fäserchen von äusserster Feinheit, in welcher Flüssigkeit man auch die frische Drüse untersuchen möge. Ebenso bemerkt man bei Einstellung auf die Oberfläche des Speichelrohres stets feine Puncte, welche die optischen Querschnitte jener varicösen Fäserchen sind. Aus diesen Gründen kann ich diese Pinsel nicht für Kunstproducte halten, welche durch Zerfaserung des peripheren Theiles der Zelle entstanden wären.

Während bei den meisten Zellen die Fasern unmittelbar unter dem Kerne beginnen, gewahrt man an mit Jodserum erhaltenen Isolationspräparaten, dass einige bereits höher von der Zelle ihren Ursprung nehmen. An vielen dieser Cylinder tritt mit grosser Bestimmtheit ein Phänomen auf, welches uns den Zellenleib zierlich quergestreift erscheinen lässt. Meist bleibt der Theil der Zelle, welcher unmittelbar an den Canal stösst, hyalin.

Wie die Jodserumpräparate erweisen, nähern sich durch Kleinheit oder Verstreichen der Fortsätze und polygonale Gestalt einige dieser Cylinderzellen sehr den Plattenepithelien der Alveolen; diese Aehnlichkeit bezieht sich übrigens auch auf den Zelleninhalt und den Kern.

Ausser diesen äusserst feinen, wie die Fibrillen eines Axencylinders aussehenden Fortsätzen der Cylinderzelle bemerkt man noch derbere, oft stark glänzende, welche auch aus den Seitentheilen des Epithelialcylinders in Masse hervorkommen können. Später wollen wir von der Bedeutung aller dieser Fortsätze genauer sprechen.

Was nun endlich die Dimensionen des Calibers der Röhren betrifft, so schwanken sie von 0,030 und weniger bis zu den ohne Vergrösserung sichtbaren. Diese Erweiterung ist wesentlich durch Zunahme des Lumens, weniger durch grössere Länge der Cylinder bedingt. Ich habe innerhalb der Drüse des Hundes solche Canäle von 0,1 Millim. und mehr Lichtung angetroffen.

Ausser den Speichelröhren kommen in den Speicheldrüsen noch andere Röhren von sehr verschiedenem Caliber vor, die ein kleines Plattenepithel tragen, welches im Allgemeinen mit dem Caliber abnimmt. Diese Röhren lassen sich vom allgemeinen Ausführungsgange aus injiciren sowie die Speichelröhren selbst und bilden, indem sie sich verästeln, schliessliche Gänge, die bis zu 0,007 Millim. und weniger herabrücken und ein sehr kleinzelliges Plattenepithel tragen. Diese Gänge sind wohl unzweifelhaft Ausführungsgänge von Alveolen und bilden ein Glied in der continuirlich auch beim Erwachsenen ablaufenden Entwicklungsmetamorphose der Drüse.

Ob und wie Speichelröhren, welche mit diesen mit Plattenepithel versehenen Ausführungsgängen zusammenhängen, mit den Alveolen in Beziehung treten, bedarf noch genauerer Untersuchung. Bestimmt weiss ich, dass an Cy-

linderepithel sofort Speichelzellenmosaik sich anschliessen kann; aber es kommt ausserordentlich selten vor, dass der Canal des Speichelrohres sich direct in einen Canal fortsetzt, welcher Speichelzellen als Epithel enthält. Ich vermuthe, dass die Communication des Speichelrohres mit Alveolen durch sehr feine Gänge (Speichelcapillaren) vermittelt wird.

Die eigentlichen Ausführungsgänge (Duct. Whartonianus, Stenonianus etc.) besitzen nach allgemeiner Annahme ein einschichtiges Epithel niedriger Cylinderzellen, während Boll ihnen Plattenepithelien zuschreibt. Die Wand wird verstärkt durch Bindegewebefasern mit zahlreichen eingestreuten, elastischen Fasern und Häuten sowie glatten Muskelspindeln.

§. 4. Das Nervengewebe der Speicheldrüse. Das Nervengewebe der Speicheldrüsen besteht aus Ganglienzellen und Fasern; letztere aus markhaltigen, die die Hauptmasse darstellen, sowie aus blassen Nerven.

Man unterscheidet drei verschiedene Arten blasser Nerven: *a.* Bündel äusserst zarter, durchsichtiger, wie Axencylinder sich verhaltender Fasern, welche von einer zarten, mit Kernen versehenen Bindegewebsscheide umschlossen werden. Wenn ein Beweis für die nervöse Natur dieser Bündel nöthig wäre, so würde er darin zu suchen sein, dass einzelne dieser blassen Fäden von Zeit zu Zeit grosse spindelförmige Varicositäten bilden, welche aus Nervenmark bestehen, das sich durch die doppelten schwarzen Conturen charakterisirt. Die blasse Faser zwischen zwei solchen Varicositäten unterscheidet sich in Nichts von den neben ihr liegenden. Diess Verhalten macht es aber wahrscheinlich, dass diese blassen Fasern zwischen Axencylinder und Scheide eine dünne Lage von Nervenmark beherbergen. Um die einzelne Primitivfaser sind indessen eine besondere Scheide oder Kerne nicht nachweisbar, was schon aus dem Obigen folgt, demzufolge sie den Anschein eines nackten Axencylinders im frischen Zustande darbietet.

b. Eine zweite Art der blassen Nervenfasern der Speicheldrüsen will ich die Gallertfasern nennen. Sie bestehen, in bindegewebiger, kerntragender Scheide liegend, scheinbar aus Zügen einer feingranulirten Protoplasmamasse, die ganz dasselbe Aussehen und Verhalten, wie das Protoplasma der grossen Ganglienzellen der Speicheldrüsen darbietet. Solche Gallertfasern sind es, welche die Ganglienzellen verlassen und deshalb unzweifelhaft nervöser Natur sind. Es sind wahrscheinlich Bündel der feinsten varicösen Fibrillen, die dicht zusammenliegend leicht den Eindruck eines feinkörnigen, etwas streifigen Protoplasmas machen. Diese Fasern haben ein ähnliches Aussehen, wie die sogenannten »Protoplasmafortsätze« der Nervenzellen des Cerebrospinalorganes.

c. Eine dritte Art blasser Fasern besteht aus Bündeln etwas derberer, glänzender, sehr dünner (0,0005 Millim.) Fibrillen, welche ebenfalls in einem Bindegewebsschlauche liegen, der ovale Kerne trägt. Diese treffen alle Bedenken, welche von verschiedenen Seiten gegen die nervöse Natur der Remak'schen Fasern geltend gemacht worden sind.

Was die markhaltigen Fasern betrifft, welche in ungeheuren Mengen in allen Theilen der Speicheldrüsen vorkommen und zwar in allen Grössen bis zu 0,015 Millim. Querdurchmesser, so bieten diese eine Reihe höchst bemerkenswerther Eigenschaften dar. Erstens haben sie so zarte und nachgiebige Hüllen, dass sie oft derselben ganz zu entbehren scheinen. Dem entsprechend bilden sie schon in den gröberen Stämmchen Varicositäten, wie die Fasern des Gehirns oder Rückenmarks (s. Fig. 77), welche an den isolirten Fasern noch grösser und leichter als hier entstehen. Sie zerreissen wegen der ungemeinen Zartheit der Hülle ausserordentlich leicht und ergiessen ihren Inhalt in Gestalt der Myelintropfen, die sich rasch durch Osmiumsäure blauschwarz färben, wie diese Nerven selbst.



Fig. 77. Vergr. 590. Vom Ochsen. Durch Ueberosmiumsäure geschwärzt. Aus der Glandula submax.

Eine zweite Eigenthümlichkeit der markhaltigen Drüsennerven sind ihre Theilungen, die so oft und häufig geschehen, dass sie in den Stämmen ja von fast allen Beobachtern gesehen worden sind. Wie ich aber fand, nimmt in peripherischer Richtung die Menge der Theilungen in ganz ungewöhnlicher Weise zu, sodass zwischen den Alveolen wahrhaft gefiederte, markhaltige Primitivfasern liegen, die nach allen Richtungen Zweige abgeben.

Beginnen wir mit der Betrachtung der Endorgane der Nervenfasern, so haben wir zunächst die Beziehungen desselben zu dem eigentlichen Drüsengewebe zu erörtern.

Die Speichelröhren, mit denen wir am besten unsere Darstellung beginnen, werden von zahlreichen Zügen markhaltiger Nervenfasern begleitet, welche in allen Dicken vorkommen. Viele derselben treten mit den Speichelröhren in die innigste Beziehung, wie dies aus beifolgenden Figuren erhellt. Das eine Präparat ist frisch, das andere durch Ueberosmiumsäurebehandlung geschwärzt. (Fig. 78 u. 79.)

Diese Nerven durchbohren (Fig. 78 u. 79) die Membrana propria und lösen sich dann in sich verästelnde, immer feinere Fäden auf, welche von aussen die Cylinderepithelien umspinnen, um ein noch genauer zu betrachtendes, subepitheliales Netz zu bilden. Die Fasern unter der Propria sind blass, weich und machen den Eindruck von nackten Axencylindern. Dass aber das Nervenmark diese noch eine Strecke begleitet, erkennt man an der Schwärzung der Osmiumsäurepräparate im Umkreis der Endigung dickerer Primitivfasern. Die

unter der Membrana propria verlaufenden Axencylinder verästeln sich in schliesslich unendlich feine varicöse Fäserchen, welche ganz dieselbe Beschaf-

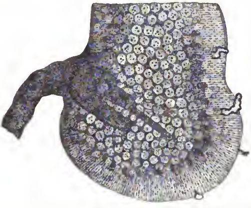


Fig. 79. Vergr. 590. Vom Ochsen. Endigung eines der dicksten Nervenfasern an einem dicken Speichelrohr. Nerv durch Ueberosmiumsäure geschwärzet.



Fig. 78. Vergr. 590. Vom Ochsen frisch. Markhaltiger Nerv, der die Membrana propria durchbohrt. Der Axencylinder verästelt sich unter der Membrana propria zu dem subepithelialen Netz.

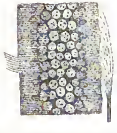


Fig. 80. Vergr. 590. Ein Axencylinder sich in Fibrillen auflösend, die sich in die Fibrillen der Cylinderepithelien fortsetzen.



Fig. 81. Vergr. 800. Vom Ochsen. Markhaltige, zum Theil varicöse, durch Ueberosmiumsäure geschwärzte Nerven, die sich in dem subepithelialen Netz verästeln und von denen eine (n) sich deutlich in die Fortsätze der Cylinderepithelien verfolgen lässt. Man sieht auf ein Randstück der Oberfläche eines Speichelrohres.

fenheit wie die Fäserchen haben, die aus den Cylinderepithelien ihnen entgegenkommen. Oft genug erkennt man, dass die letzten Ramificationen des Axencylinders in diese Fäserchen übergehen und dass also die Cylinderzelle

das Endorgan bestimmter, markhaltiger Nerven der Drüse darstellt. Oft lässt sich der Uebergang feiner und feinster markhaltiger Nerven in das subepitheliale Netz direct nachweisen, wie das aus der Fig. 80 erhellt. Ja es gelingt sogar (Fig. 82), wenn auch selten die Darstellung des Zusammenhangs des markhaltigen Nerven mit den Fortsätzen der Cylinderzelle bei vollkommener Isolation aller Theile. Hier kann man sich überzeugen, dass diese feinen Fortsätze die directe Fortsetzung des Axencylinders darstellen, von dem sie sich in keiner Weise unterscheiden. Zugleich bemerkt man, dass der Axencylinder der zuführenden Nerven dicker als die fibrillären Fortsätze der Cylinderepithelien erscheinen, die also Fortsetzungen der Axencylinderfibrillen sein müssen. — Nachdem der Nerv die Membrana propria des Speichelrohres durchbohrt hat, gelangen die Axencylinder entweder sofort zu ihrem Ende, oder nachdem sie erst über längere Strecken sich unter der propria ausgebreitet haben, so dass sie dann zwischen dieser und den fibrillären Fortsätzen der Cylinderepithelien verlaufen.



Fig. 82. Kaninchen. Vergr. 590. Markhaltiger Nerv, in einen Axencylinder übergehend, der sich direct in den Fortsatz der Cylinderzelle fortsetzt oder der direct in die Cylinderzelle einmündet.

Wenn man die unermessliche Menge nervöser Fibrillen unter der Membrana propria sieht, so fragt man nach dem Sinne dieses Reichthums. Nachdem ich die Gesetze des Wachsthums der Drüsenepithelien genauer studirt habe, ergiebt sich eine vollkommen befriedigende Lösung. Von dieser werden wir aber erst später handeln. Einstweilen betone ich nur, dass aus einer Cylinderzelle mit ihren fibrillären Fortsätzen zahlreiche, junge Speichelzellen sich bilden, deren jede wieder ihre Nerven haben muss. Dies gilt auch für das erwachsene Thier. Aus den verschwindend dünnen Fäserchen der Cylinderzelle gehen die Fasern für die Epithelzellen der Alveolen hervor, welche wir nunmehr einer eingehenden Betrachtung unterwerfen wollen.

Man hat an den Alveolen zwei Arten von Nervenendigungen zu unterscheiden.

I. Die wichtigste ist die markhaltiger Primitivfasern. Letztere verästeln sich zwischen den Alveolen auf das Vielfachste, legen sich auf die Membrana propria und geben gerade da, wo sie diese durchbohren, gewöhnlich mehrere Aeste ab, welche ausserhalb derselben noch eine Strecke weiter bis zur nächsten Epithelzelle zulaufen, um dann über dieser in den Alveolus vorzudringen. (Fig. 83.) Der Nerv schwärzt sich bis zu der Stelle, wo er durch die Membrana propria tritt, in Ueberosmiumsäure. An der Durchbohrungsstelle hört das Mark, wie es scheint, auf. (Fig. 84 und 87.) Dass die Membrana propria wirklich durchsetzt wird, folgt am schlagendsten daraus, dass sich der Zusammenhang markhaltiger, oft sehr dicker Primitivfasern mit den Speichelzellen sehr leicht nachweisen lässt. Diess habe ich nun bei den Speicheldrüsen des Ochsen und Kaninchens (Glandula submaxillaris und parotis) ausser-

ordentlich häufig mit allen Modificationen und auf das Klarste gesehen. (Fig. 87. 86. 88.) Hat man vollkommen isolirte Präparate vor sich, Fig. 86. 88. *A* u. *B*,



Fig. 83. Vergr. 590. Vom Ochsen. Alveole mit Eudigungen markhaltiger Nerven, die durch Ueberosmiumsäure geschwärzt sind.



Fig. 87. Endigung einer mitteldicken Markfaser in grossen Speichelzellen eines Alveolus vom Ochsen. Der Nerv ist durch Ueberosmiumsäure geschwärzt. Vergr. 500. Glandula submaxillaris.

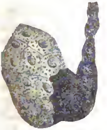


Fig. 84. Vergr. 590. Vom Kaninchen. Der markhaltige Nerv durch Ueberosmiumsaure geschwärzt.



Fig. 85. Vergr. 590. Vom Kaninchen. Jodserummaceration. Endigung eines markhaltigen Nerven auf einem Aveolus. Glandula submaxillaris.





Fig. 86. Endigung einer sich theilenden feinen markhaltigen Nervenfaser in den Speichelzellen des Alveolus vom Ochsen. Durch Ueberosmiumsäure ist der Nerv geschwärzt. Vergr. 590. Gl. subm.

Fig. 88. Endigung von mit Ueberosmiumsaure behandelten Markfasern in isolirten Speichelzellen. *A*. Dicke sich verästelnde Faser zu grossen Speichelzellen gehend. *B* feinere zu kleineren Speichelzellen verlaufend. Vergr. 590. Vom Kaninchen. Gl. submax.

so bemerkt man, dass das Nervenmark eine Spur vor der Speichelzelle wie abgeschnitten aufhört, und dass der Nerv dem weichen Protoplasma der Epithelzelle wie angeklebt ist. Studirt man die Insertionsstelle mit den stärksten Vergrösserungen, so gehen unendlich feine Fibrillen aus den Nerven hervor, die sich direct in Fibrillen des Protoplasmas der Speichelzelle ohne bestimmte Grenze fortsetzen. Am schönsten gewahrt man dieses Verhalten, wenn man den markhaltigen Nerven durch Quetschung seines Marks beraubt; es hinterbleibt eine blasse, aus unendlich feinen Fibrillen zusammengesetzte Faser, welche sich direct in die faserige Substanz der Epithelzellen fortsetzen. Dieses Verhalten ist darum so wichtig, weil es die absolute Continuität und Verschmelzung von Axencylinder und Epithel so eindringlich bezeugt. Da ich unter der Membrana propria keine durch Ueberosmiumsäure sich schwärzenden Fasern gesehen habe, wohl aber stets an den Isolationspräparaten die Schwärzung und das Mark bis zur Epithelzelle reichend, so muss ich schliessen, dass der gewöhnliche Fall bei der Alveolenendigung der ist, dass der Nerv die Membrana propria durchbohrt und direct in die darunter liegende Speichelzelle einmündet. Darum reicht das Mark bis zur letzten Endigung, bis an die Zelle. Derjenige Theil der Speichelzelle, in welchen der Nerv eintritt, ist nur wenig durch etwas lichteres Protoplasma ausgezeichnet, welches ein Segment einnimmt, das $^1/_4$—$^1/_3$ des Kugelvolums der Zelle ausmacht. (Fig. 88.) Den Kern sah ich nicht in diesem Segmente, sondern in dem anderen dunkler granulirten Theile. Der Nerv reisst ungemein leicht von seiner Insertionsstelle ab, die sehr weich zu sein scheint und meist verräth Nichts nachher die Stelle, wo er gesessen hat. Der Grund hierfür liegt wohl darin, dass der Zusammenhang nur durch den Axencylinder vermittelt wird, der, indem er in das halbflüssige Protoplasma der Zelle continuirlich sich fortsetzt, in diesem keinen Halt findet. Ohne geeignete, wenn auch schwache Härtung mit Reagentien, wird es deshalb wohl nie gelingen, die ganz frische Speichelzelle isolirt mit ihrem Nerven im Zusammenhange zu Gesicht zu bekommen. Dass die markhaltigen Primitivfasern bald sehr fein, bald sehr dick sein können, hat dann nichts Befremdendes mehr, wenn man weiss, dass die Epithelzellen von winzigen Knötchen mit äusserst feinen Axencylinderfibrillen allmählig zu stattlichen Gebilden heranwachsen. Mit ihnen wächst der Nerv, legt Mark auf und wird stärker und stärker. Theils dieser Umstand, theils die bereits erwähnte Thatsache, dass durch Druck oder Zerrung das Mark aus den dunkelrandigen Primitivfasern ausfliesst, während der Axencylinder in Fibrillen sich auflöst, die sich in das Protoplasma der Speichelzellen einsenken, verbieten es, die letztere Form der Nervenendigung als eine besondere ferner festzuhalten.

Ob es auf Grund dessen gestattet ist, alle blassen Nervenendigungen, welche sich an den Alveolen vorfinden, zu streichen, bleibt mir doch auch vom Standpuncte des physiologischen Experimentes, welches zwei verschiedene Nervenarten als wirksam auf die Drüse erweist, zweifelhaft. Man findet nämlich wohlerhaltene, lange, scheinbare Bindegewebeföhren, deren Wand

von Kernen besetzt ist, welche sich in die Membrana propria der Alveolen fortsetzen und ein oder mehrere dünne Fibrillen enthalten, die sich in dem Drüsenbläschen verlieren. Sie kommen im Vergleich mit den markhaltigen Fasern sehr selten vor, sind aber wegen ihrer Scheide dauerhafter, so dass sie bei weniger auf die Zerfliesslichkeit der markhaltigen Nerven berechneten Methoden allein gesehen werden.

II. **Die durch multipolare Zellen vermittelte Nervenendigung.** Ich habe bereits vor längerer Zeit kleine den Alveolen sich anschmiegende, mit vielen Ausläufern versehene blasse Zellen (Fig. 89) beschrieben, die meist kleiner als Speichelzellen sind. Ich sprach sie für nervös an und liess sie nicht nur mit Speichelzellen, sondern auch mit Nervenfasern in Communication treten.



Fig. 89. Vergr. 800. Vom Kaninchen.

Alle späteren Forscher (Kölliker, Boll, Heidenhain) haben mit einer bemerkenswerthen Uebereinstimmung und mit grosser Bestimmtheit diese »multipolaren« Zellen für indifferente Gebilde erklärt, welche ein reticulum bildeten und zu dem Bindegewebe gerechnet werden müssten. Nach Kölliker und Boll sind es diese Zellen, welche die Membrana propria darstellen, worüber ich mich bereits oben ausgesprochen habe.

Die genannten Forscher setzen offenbar stillschweigend voraus, dass meine Behauptung des unmittelbaren Zusammenhangs jener multipolaren Zellen mit den Drüsenepithelien durch derbe Anastomosen auf einer Täuschung beruhe. Boll konnte diese Communication nicht auffinden, zeichnet aber scheinbare Zusammenhänge oder meint, dass die multipolaren unter einander anastomosirenden Zellen zuweilen den Speichelzellen sehr ähnlich erschienen, so dass die Möglichkeit einer Täuschung begreiflich würde.

So sicher ich nun auch den Zusammenhang der multipolaren Zellen mit Speichelzellen gesehen hatte, so hielt ich es doch für meine Pflicht, weil wegen der Deutung Alles hiervon abhängt, nochmals mit aller Gewissenhaftigkeit diesen Punct zu prüfen. Nachdem ich nun wiederum vielfach gleichen Zusammenhang gesehen, bemerke ich, dass es sich um die Beobachtung ganz isolirter Zellen handelt, welche durch eine derbe Anastomose mit einander so communiciren, dass die beiden Ansatzpuncte in reinem Profil gesehen werden. (Fig. 90 *a. b. c.*) Die eine dieser Zellen ist blass, streifig, vielstrahlig, mit den Leib derselben fast ganz erfüllendem Kerne (Fig. 90 *b.*), die andere ist rund oder schwach polygonal, körnig mit reichem Protoplasma und relativ kleinem Kerne.

Da die Beobachtungen am Kaninchen gemacht sind, dessen entwickelte Speichelzellen ein so stereotypes Aussehen haben, so halte ich es für absolut



Fig. 90. Vergr. von *a* 480. von *b* u. *c* 590. Multipolare Zellen mit Speichelzellen im Zusammenhang. Fig. 90 *c*. Eigenthümliche Zelle mit runden, dicken, fettglänzenden Fortsätzen.

undenkbar, dass ich eine andere Zelle mit einer Speichelzelle verwechselt hätte. Ich habe den Zusammenhang aber auch gesehen, während die betreffenden Speichelzellen noch mit anderen zusammenlagen, die charakteristische Mosaik bildend. (Fig. 90 *a* und *c*.)

Somit ergiebt sich, dass die »multipolaren« Zellen keine Bindegewebezellen sein können, wie Kölliker, Heidenhain, Boll meinen. Denn die Speichelzelle ist eine Anschwellung eines markhaltigen Nerven. Sie kann demgemäss keinen Fortsatz abgeben, der eine Bindegewebefaser ist oder mit Bindegewebezellen zusammenhängt. Denn es besteht zwischen dem animalen Gewebe und den Bindesubstanzen keine Continuität.

Da ich nun ferner weiss, dass die multipolaren Zellen durch Ausläufer mit Nervenfasern zusammenhängen (Fig. 89), so kann sie nur entweder eine modificirte Epithelzelle oder eine Ganglienzelle sein. Der Zusammenhang mit Nervenfasern entscheidet die Alternative nicht, da die Speichelzellen selbst diese Eigenschaft in der allerentschiedensten Weise mit den eigentlichen Nervenzellen theilen.

Somit bleibt nur die Analogie und der anatomische Charakter als massgebend zur Entscheidung der Alternative übrig.

Wiewohl die multipolaren Zellen an Grösse, Gestalt, Beschaffenheit des Kernes und Protoplasma's sehr erheblich unter einander abweichen, was auch bereits Boll wahrgenommen hat, so haben sie doch mehr Aehnlichkeit mit Nervenzellen als mit Epithelien, wie in ihnen denn von verschiedenen Beobachtern, wie Henle und Krause, kleine Ganglienzellen vermuthet wurden. Es ist nun zunächst mit Rücksicht auf ihre so grosse Verschiedenheit wohl wichtig daran zu erinnern, dass, wenn die Alveolen, wie wir bestimmt erweisen werden, sich fortwährend neu bilden und also auch wohl vergehen, ebenso die nervösen Theile dieser vor- und rückschreitenden Metamorphose unterworfen sein werden. Bei einzelnen dieser merkwürdigen Zellen ist der Kern rund, wie auch Boll fand, durchsichtig und erfüllt fast die ganze Zelle. Diese Eigenschaft haben auch andere peripherische Ganglien, wie die Körner

der Stäbchen und Zapfen der Retina, welche doch unzweifelhaft bipolare Nervenzellen darstellen. Ferner zeigen jene Zellen ein streifiges, blasses Protoplasma, dessen Fasern sich in die ebenfalls streifigen, zum Theil stark glänzenden cylindrischen Fortsätze verfolgen lassen. Solche Zellen sehen also absolut wie Ganglienzellen aus und würden von Jedem dafür gehalten werden. Neben diesen findet man andere mit ellipsoidischem oder plattem Kerne, theils runden, theils platten Fortsätzen und hautartigem Zellenleibe, der fast hyalin ist. Es kommen aber noch endlich solche vor, die entschieden innerhalb der jungen Alveolen liegen, welche körniges, spärliches, weiches Protoplasma, runden, glänzenden Kern und runde, glänzende, zahlreiche Fortsätze besitzen. Diese sind entschieden jugendliche Zustände (Fig. 90 *c*). Wenn diese Zellen ein reticulum bilden, so beweist diess nichts für ihren indifferenten Charakter, da alle Ganglienzellen Theile des grossen animalen reticulum sind, woran Niemand zweifeln kann.

Wenn bei der grossen Verschiedenheit, in welcher die multipolaren Zellen auftreten, die Möglichkeit nicht abzuweisen ist, dass Arten von verschiedener Qualität vorkommen, so scheint mir doch die besprochene Alternative immer noch dahin beantwortet werden zu müssen, dass die multipolaren Zellen kleine Ganglienzellen sind. Ich habe die hier behandelte Nervenendigung »die durch multipolare Zellen vermittelte« genannt, welcher Ausdruck nur ein thatsächliches Verhältniss wiedergiebt und deshalb auf keinen Widerspruch stossen kann.

Die bis dahin über die Beziehungen des Nervensystems zu den Drüsen gemachten Bemerkungen beziehen sich ganz vorzugsweise auf die Glandula submaxillaris.

Ich habe mich indessen überzeugt, dass die Alveolen der Glandula parotis mit eben so starken, markhaltigen Nerven in derselben Weise in Beziehung treten, wie das bei der Unterkieferspeicheldrüse festgestellt wurde. Die Parotis sowie die Glandula sublingualis besitzen ferner Speichelröhren von gleicher Beschaffenheit. Ebenso hat Krause in der Parotis dieselben multipolaren Zellen nachgewiesen, welche ich neuerdings auch in der Sublingualis auffand. Erwägt man nun die so ähnliche Structur und Abhängigkeit dieser Drüsen vom Nervensystem, so kann man nicht daran zweifeln, dass auch mit Rücksicht auf die Endorgane der secretorischen Nerven eine vollkommene Uebereinstimmung herrsche.

Was die sensiblen Elemente des Nervensystems betrifft, so entdeckte W. Krause (Zeitschrift für rationelle Medicin, Bd. 21 p. 90, 1864) eine einfache Form Pacinischer Körperchen, die er »Drüsenendkapseln« genannt hat: sie sind jedenfalls bei den meisten Thieren seltne Elemente dieser Organe.

Es bleibt uns die Betrachtung der grossen Ganglien übrig, welche in die Bahn der Nervenfasern und Stämme eingebettet gefunden werden. Die Ganglienzellen kommen theils solitär, theils in Haufen vor, welche die Nerven-

stränge auf längere Strecken begleiten oder als rundliche Knoten von derber, bindegewebiger Scheide umschlossen sind. Die Grösse dieser Knoten erreicht oft 0,060 Millim. und mehr. Die im Innern liegenden Nervenzellen (Fig 91) kommen in einem Ausmaasse von 0,028 Millim. vor, mit einem Kern von 0,012 Millim. und einem Kernkörperchen von 0,002 Durchmesser. Man findet aber auch viel kleinere Ganglienzellen, die nicht grösser als Speichelzellen sind, also etwa 0,014 Millim. messen. Die in einem Knoten zusammenliegenden Zellen weichen nicht sehr in ihrem Ausmaasse von einander ab. Die Ganglienzelle umschliesst ein kugelrundes oder ovales, durchsichtiges, zart aber scharf begrenztes Kernbläschen, während ihr Protoplasma im frischen Zustande durchsichtig, sehr zart und von verschwommener Granulation ist. Bei den kleineren Formen findet man zuweilen den Zelleninhalt etwas körniger, den Kern aber immer wasserklar. Der Knoten steht immer mit zu- und abtretenden Nervenstämmen in Verbindung. Zuweilen liegt nur eine Ganglienzelle im Verlauf einer Remak'schen Faser. Merkwürdig ist, dass eine solche grössere Ganglienzelle von 0,042 Millim. (s. Fig. 92) mehrere Kernkörperchen und ausserdem beim Uebergang in die Nervenfaser eine schwache Anlagerung von Protoplasma mit mehrfachen ganglIösen Kernen enthalten kann. Ich möchte die Aufmerksamkeit auf diese auffallende Art gangliöser Substanz richten. Jedenfalls bedarf das Verhalten der Ganglienzellen der Drüse noch eines besonderen Studiums, welches den physiologischen Wink beachten muss, dass der N. Sympathicus nicht bloss zu den Blutgefässen, sondern auch zu den secernirenden Zellen in einer intimen Beziehung steht.

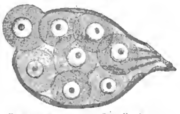


Fig. 91. Vergr. 480. Ganglienknoten vom Kaninchen. Glandula subm.

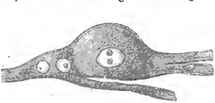


Fig. 92. Vergr. 480. Solitäres Ganglion mit Anlagerung kernhaltigen, gangliösen Protoplasmas. Vom Kaninchen. Glandula subm.

§. 5. Die Regeneration der Drüsenepithelien. Bereits in meinem Werke über die »Endigungen der Absonderungsnerven in den Speicheldrüsen« machte ich auf alveolenartige kleine Ausstülpungen oder Sprossen der Wand der sogenannten Ausführungsgänge aufmerksam und sprach die Vermuthung aus, dass wie bei der ersten embryonalen Entwicklung der Drüse auch bei dem erwachsenen Individuum noch neue Speichelzellen und Alveolen aus den Speichelröhren hervorwachsen. Ich bin jetzt in der Lage, den Vorgang genau schildern zu können.

Wenn man die irgendwie isolirten Speichelröhren oder Schnitte derselben von in Alkohol erhärtetem Organe auf die pinselartigen Fortsätze der Cylinderepithelien genauer prüft, so wird man leicht bemerken, dass die Fäserchen an verschiedenen Speichelröhren oder bestimmten Abschnitten desselben Rohres ein sehr verschiedenes Aussehen darbieten können. Gewöhnlich erscheinen sie selbst bei den stärksten Vergrösserungen als fast unmessbar feine mit Knötchen besetzte Fibrillen (Fig. 76). Man findet aber alle möglichen Uebergänge bis zu ziemlich dicken (0,001 Millim.) Fasern. (Fig. 93 u. 94.) In dem

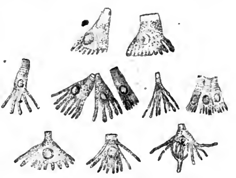


Fig. 93. Vergr. 590. Jodserummaceration der Glandula subm. des Kaninchens.

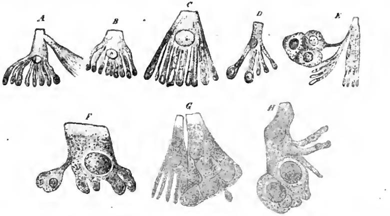


Fig. 94. (A, B, C, D, E.) Isolirte Cylinderzellen mit kerntreibenden Fortsätzen. Vergr. 590. (A B D E. Vergr. 1200 (C). — F G H Cylinderzellen mit Fortsätzen, die evidente junge Zellen und (bei G) schon Mosaik bilden. Vergr. 1100.

Maasse, als diese an Volum zunimmt, verliert sie ihr weiches, blasses Ansehen immer mehr, gewinnt einen starken Glanz, der an dem freien der Cylinderzelle abgekehrten Ende beginnt und sich von hier mehr und mehr gegen die Ansatzstelle der Faser an der Zelle fortsetzt. Häufig spaltet sich das Ende der Faser mehrfach, sodass dann aus der Cylinderzelle scheinbar verästelte Fortsätze in Massen hervorgesprosst zu sein scheinen, die einen oft mächtigen Busch bilden, dessen Basis die kleine Cylinderzelle ist. An diesen Fasern fällt nun zunächst und zuerst auf, dass ihr freies Ende sich knopfartig erweitert, gleich-

sam ein kleines Kölbchen trägt, das ein kleines Körperchen darstellt. (Fig. 94.) Man sieht diese Kölbchen grösser und grösser werden, bis sie evident sich als Zellenkerne charakterisiren, die ein spärliches Protoplasma umgibt. Dieser Prozess der Kernbildung schreitet von unmessbaren Anfängen beginnend in der Faser gegen die Cylinderzelle vor, sodass zwei, drei, ja sehr viele in einer Faser entstehen können. Die kleinen Kölbchen wachsen allmählig zu Speichelzellen aus, und es gelingt bei einiger Ausdauer nicht schwer, solche schon die Mosaik der Alveolen bildende Epithelien durch Fortsätze noch mit der Cylinderzelle in unmittelbarem Zusammenhange zu finden (Fig. 94 *E*). Gewöhnlich freilich gestaltet sich der Prozess so, dass die Reiser des Busches, welcher aus der Cylinderzelle heraussteht, an Masse zunehmen, ein sehr zartes Protoplasma entwickeln, in dem zahlreiche, grössere und winzige Kerne liegen. (Fig. 95.)



Fig. 95. Vergr. 590. Kernvermehrung in den erweiterten und angeschwollenen Fortsätzen der Cylinderzellen. *A* bildet kleine multipolare Zellen, *B* scheint ein erweiterter Fortsatz einer Cylinderzelle zu sein.

Da immer ein grosser Abschnitt eines Speichelrohres von diesem Prozesse ungeheurer Zellbildung ergriffen wird, und da unter der Membrana propria die mächtigen Wucherungen vor sich gehen, so wird die Wand enorm verdickt, vielschichtig, primär und secundär ausgestülpt, während die jungen Zellen auswachsen und sich zur Mosaik gruppiren. Gleichzeitig stülpt sich aber auch das Bindegewebe in die dicke Masse der Wand ein, um alveolenartige Zellenhaufen gleichsam auszustechen. Ich habe diesen Prozess der aus den Speichelröhren gleichsam in Masse hervorspressenden Alveolen in der Glandula sublingualis des Kaninchens besonders schön gesehen.

Der Grad der Reife, den die verschiedenen zu einer Alveole zusammentretenden Zellen haben, ist nicht immer derselbe. So pflegen in den Schleimdrüsen (Glandula submaxillaris des Hundes, des Ochsen etc., Glandula submaxillaris des Kaninchens u. s. w.) einige jüngere Zellen oft an der Peripherie des Alveolus noch gefunden zu werden.

Wie ist nun dieser Prozess der Neubildung der Speichelzellen aufzufassen? Sie bilden sich ohne Betheiligung des Kernes der Cylinderzelle, in den scheinbaren Fortsätzen der letzteren. Wenn bereits Massen von Kernen in diesen sich befinden, so scheint der Kern der Cylinderzelle immer noch wohl erhalten, kugelrund, scharf begrenzt und nirgends die Spur eines Sprossen zeigend. Ich habe niemals mit den stärksten Vergrösserungen auch nur eine Andeutung gesehen, dass von dem Kerne ein Faden abging, der als Spross etwa zu den jungen Kernen sich fortsetzte. Einige Fortsätze gehen sogar hoch über dem Kern von der Cylinderzelle ab und ihre Streifung verläuft parallel der Axe derselben bis zur freien dem Lumen des Speichelrohres zugekehrten Oberfläche, so dass es kaum möglich scheint, einen in dem Ende

solchen Fortsatzes entstehenden Kern aus dem Kern der Cylinderzelle abzuleiten. Der letztere ist fast immer einfach, selten doppelt. Ja es kommen sehr schmale, kernlose Cylinderzellen vor, die mit winzigen Kernen erfüllte Fortsätze besitzen. (Fig. 93.) Da ich mich demgemäss nicht für berechtigt halte, die neu in den Fortsätzen entstehenden Kerne von dem der Cylinderzelle abzuleiten, haben wir den Fall einer freien Zellbildung vor uns, wenn wir darunter den Fall der Zellenvermehrung verstehen, wo der neugebildete Kern selbständig in einer Zelle entsteht und nicht das morphologische Theilproduct eines bereits vorhandenen Kernes ist. Wenn man die Axencylinder und ihre Fibrillen sich direct in die Fibrillen der Cylinderzelle fortsetzen sieht, ohne dass irgend ein Unterschied zwischen den Axencylindern und den Fibrillen der Cylinderzelle existirt, so darf man den Nerven bis zu der Stelle rechnen, wo er in die Leibessubstanz der Cylinderzelle einmündet. Das ist die natürlichste Auffassung. Diese Auffassung ist aber für die Art der Entstehung des Drüsenepithels von der einschneidendsten Bedeutung, weil sich unmittelbar daraus ergiebt, dass die jungen Kerne in den Axencylindern entstehen, dass die Drüsenzellen, welche später eine Verdickung des Axencylinders darstellen, aus den Nerven knospend hervorwachsen. Diese Auffassung macht es begreiflich, warum sich der Kern der Cylinderzelle so indifferent bei der Vermehrung des Epithels verhält. Gegen diese Auffassung, welche ich für die wahrscheinlichste halte, lässt sich einwenden, dass bei der innigen Verschmelzung von Nervensubstanz und Epithel an der Peripherie sich keine so scharfe Grenze ziehen lasse, wo das Eine aufhört und das Andere endet, dass ferner vielleicht unsichtbar feine Fortsätze von dem Kern des Epithelcylinders ausgehen und sich frühzeitig abschnüren. Dass die Kerne der Speichelzellen Fortsätze haben, lässt sich nicht als Stütze für einen Einwand brauchen, da ja die jungen Kerne Verdickungen von Axencylinderfibrillen sein können.

Als einen schweren Grund für meine Auffassung möchte ich noch den anführen, dass die Fibrillen des Axencylinders nicht an der entwickelten Speichelzelle endigen, sondern sich so wie in eine Ganglienzelle fortsetzen und ihre ganze Substanz durchdringen.

Da nun zu den Cylinderepithelien die feinsten Axencylinder und Fibrillen gehen, welche mit den wuchernden Fortsätzen immerfort im Zusammenhange bleiben, und da Theile dieser Fortsätze später grosse Speichelzellen werden, welche mit kräftigen, markhaltigen Nervenfasern in Verbindung stehen, so folgt, dass mit den jungen Epithelien die zugehörigen Nerven gleichzeitig wachsen. In diese Reihe von Metamorphosen fällt wohl eine von mir früher beschriebene Art der Endigung markhaltiger Nerven, welche darin besteht, dass ein solcher sich plötzlich mehrmals theilt, dann erweitert und feinkörniges Protoplasma mit vielen grossen und kleinen Kernen enthält. Ich habe diese Art der Endigung der Nerven »die Protoplasmafüsse« genannt. Wenn man, was ich zuweilen beobachtete, manche Kerne mit Fasern versehen sieht, welche man in das Innere der Nervenfaser verfolgen kann, dann drängt sich

in hohem Grade der Gedanke auf, dass die Drüsenzelle aus dem Nerven herauswächst.

Bei jeder Auffassung wird man zu beachten haben, dass es Uebergangsformen giebt, bei denen es unmöglich ist zu sagen, ob sie epithelial oder nervös sind. Die continuirliche, üppige Neubildung in der Speichelrohrsubstanz setzt auch deren Regeneration voraus, über welche ich zwar Vermuthungen, aber kein reifes Urtheil habe. Ebenso scheint die fortdauernde Neubildung von Alveolen bei erwachsenen Thieren gleichsam ein Abwelken der vorhandenen zu bedingen. Bei Maulwürfen habe ich die Alveolen zuweilen mit blassen Anhängseln von verschiedener Gestalt und blassem, feinkörnigem Inhalt versehen, gefunden, die solche abgewelkte Alveolentheile sein könnten.

Das Verständniss der Mannigfaltigkeit aller Formen der Speicheldrüsen erschloss sich mir erst, als ich das ewige Werden und Vergehen erkannt hatte, was sich sogar auf die Nervensubstanz bezieht.

§. 6. **Von den morphologischen Bestandtheilen des Speichels.** Der Speichel besitzt normal keinerlei morphologischen Elemente, sondern stellt eine durchsichtige, ganz homogene Flüssigkeit dar. Sobald aber durch Unterbindung der Ausführungsgänge der Drüse oder Einführung von Canülen die Schleimhaut des ductus insultirt wird, erhält man abgestossene und durch katarrhalische Affection und Exsudation sich continuirlich erzeugende morphologische Producte, welche einige Forscher zu dem Glauben verleiteten, dass der normale Speichel geformte Elemente enthalte und continuirlich Drüsenepithelien ausführe. Da diese meine Angabe gerade neueren Forschungen widerspricht, so möge die Begründung kurz dargelegt werden. Sobald man den Ductus Whartonianus eines Hundes, sowie den Drüsennerven bloss gelegt, isolirt und durchschnitten hat, so fliesst aus dem Gange ein wasserklarer Speichel ab, durchsichtig wie ein Thautropfen. Das in dem Gang befindliche Secret ist also klar. Legt man jetzt eine Canüle ein und bindet sie fest und reizt dann den Nerven, so ist es sofort trüb; je mehr Tropfen aber abfliessen, um so klarer wird es wieder. Die ersten nach Anlegung der Canüle bei Nervenreizung abfliessenden Tropfen waren ja schon vor dieser Reizung in dem Gange und ursprünglich klar, sind aber in ihm trüb geworden, während das aus dem frisch ausgeschnittenen Gange aufgefangene klare Secret an der Luft klar geblieben ist. Demnach hat der Contact des Speichels mit der Wand das Secret trüb gemacht. Untersucht man die ersten Tropfen mikroskopisch, so enthalten sie theils einzelne, theils gehäufte Epithelzellen mit Kernen, unzweifelhafte, markhaltige Nervenfasern, Bindegewebe u. s. w., mit einem Worte Bestandtheile, welche die eingeführte Canüle von der Schleimhaut des Ausführungsganges abgestossen hat und die genauer zu beschreiben kein Interesse darbieten kann. Sobald ein starker, durch Reizung der Chorda hervorgerufener Speichelstrom diese abgestossenen Elemente vollkommen ausgewaschen hat, ist der Speichel wieder ganz klar und enthält keine morphologischen Ele-

mente mehr. Nach einiger Zeit aber stellen sie sich in spärlicher Weise als sogenannte Speichelkörperchen, d. h. kleine, fein granulirte, kernhaltige, zum Theil amöboid bewegliche Zellen wieder ein, während die Flüssigkeit durch feine Körnchen getrübt wird. Diese Gebilde stammen abermals aus der jetzt catarrhalisch afficirten Wand des Ausführungsganges und nicht aus der Drüse, wie sich leicht beweisen lässt. Man reize den Nerven so lange, bis ein fast wasserklarer Speichel aus dem Gummischlauch der Canüle hervorquillt. Darauf unterbreche man die Reizung für 10 Minuten und unmittelbar ehe man wieder zu reizen beginnt, streiche man den im Gummischlauche noch von der vorhergegangenen Reizung stagnirenden Speichel aus und fange ihn auf. Er ist noch eben so klar wie vorher. Wenn man jetzt reizt, werden, da die Canüle sehr eng ist, die ersten 3—4 Tropfen den Speichel enthalten, der noch von der vorigen Reizung im Ausführungsgange stagnirte. Diese drei Tropfen sind ganz trüb von Exsudat und abgestossenen Zellen, dann kommt wieder wasserklarer Speichel, das heisst, nachdem das Exsudat aus dem Ductus ausgewaschen ist. Ich habe nach ungefährem Ansehen die Capacität des Ganges von der Canüle bis zur Drüse abgeschätzt und glaube, dass etwa drei Tropfen darin Platz haben. Sicher sind sie viel kleiner als das Totalsecret, welches innerhalb der zahlreichen, zum Theil sehr weiten Gänge noch aus der Zeit vor der erneuten Reizung stagnirte. Es ist also der ursprünglich unzweifelhaft klare Speichel im Gange trüb geworden — offenbar durch jenen pathologischen Prozess; denn ein frisch blossgelegter Gang entleert, auch wenn der Hund vorher gar keinen Speichel entleerte, beim Anschneiden ein klares Secret.

Der durch den Sympathicus hervorgerufene Speichel ist reicher an Schleimballen und nicht deutlich charakterisirten und in Zerfall begriffenen morphologischen Elementen. Heidenhain vermisste aber die morphologischen Elemente oft. Da dieser Speichel immer nur in geringer Menge erhalten werden kann, so vermag er das entstehende Exsudat niemals ganz auszuwaschen und entleert also, da in längeren Intervallen wenig Speichel erscheint, eben wesentlich nur dieses. Dass er bei längerer Reizung klarer wird, hat Heidenhain gezeigt. Die Beziehungen des Nervus Sympathicus zu den Speicheldrüsen haben noch manches Unklare.

Hiernach wird man bessere Gründe abwarten, ehe man zugeben kann, dass der Speichel normal morphologische Elemente enthalte.

§. 7. Von der Veränderung der Structur der Drüse durch ihre Function. Durch längere Secretion wird die Speicheldrüse leichter, weicher, absolut und relativ ärmer an festen Bestandtheilen und blässer von Aussehen. Durch längere Ruhe, d. h. Fasten, treten die umgekehrten Veränderungen ein und die Farbe wird mehr gelb. Letzteres ist, wie ich glaube, durch zahllose, in den Speichelzellen sich anhäufende Molecularkörnchen bedingt. Die Drüse ist »geladen«.

Heidenhain hat in neuerer Zeit (s. l. c.) die Ansicht ausgesprochen, dass bei einigen Thieren (Carnivoren und Herbivoren) die Secretion mit einer massenhaften Auflösung von Speichelzellen von Statten gehe, welche durch von der Peripherie der Alveolen her neugebildete ersetzt werden. Bei den Kaninchen soll ausnahmsweise nach Heidenhain die Speichelbildung in der Glandula submaxillaris ohne nachweisbare Auflösung und Neubildung sich vollziehen.

Dies gewichtige, von dem genannten Forscher aufgestellte ganz neue Prinzip von Nervenwirkungen kann an dieser Stelle nicht mit Stillschweigen übergangen werden. Ich habe die Prüfung dieser Untersuchungen dem Hrn. Stud. Anton Ewald aus Berlin übergeben, welcher sich unter meinen Augen seit einiger Zeit mit den durch Drüsenreizung bedingten Structurveränderungen beschäftigt, indem er genau nach den von Heidenhain angegebenen Regeln verfährt. Sobald die eine Drüse lange Zeit (bis zu 7 Stunden) fast continuirlich gereizt worden ist, während die andere sich in fortwährender Ruhe befand, wurden beide Glandulae submaxillares am lebendigen Thiere ausgeschält, von jeder mit dem Rasirmesser dünne Lamellen entnommen und sofort in grosse Quantitäten absoluten Alkohols geworfen. Hiedurch vermeidet man möglichst, dass in der nicht gereizten Drüse, die mit Schleim bildender Substanz (»Mucigen«) geladen ist, nicht durch postmortale, in den Alveolen sich vollziehende Schleimblasenbildung zu viel Structurveränderung durch Verschiebung von Zellen und Protoplasma erzeugt werde. Diese Vorsichtsmaassregel war nothwendig. Denn in der Drüse, welche sehr lange secernirt hat, ist kein »Mucigen« mehr enthalten, sodass auch durch postmortale Schleimblasenbildung keine Alteration der Structur sich auszubilden vermag.

Nachdem beide Drüsen gleich lange in Alkohol gehärtet, werden sehr feine Schnitte angefertigt, gleich lange in die von Heidenhain gebrauchte Carmin-Glycerinlösung gelegt und dann in Glycerin, nachdem sie sorgfältigst abgewaschen sind, untersucht. Hauptbedingung von freilich selbstverständlicher Art ist möglichste Feinheit des Schnittes. Jeder, der dicker als der Durchmesser einer Speichelzelle ist, ist zu verwerfen.

Betrachtet man die Mosaik der Alveolen der ausgeruhten Drüse, so finden wir eine meist einschichtige Lage polygonal gegen einander abgeplatteter **durchsichtiger** Zellen, welche sich **scharf** gegen einander abgrenzen, sie sind nicht ganz hyalin, sondern zeigen eine zarte Streifung, die so aussieht, als ob eine hyaline Substanz von zahllosen, äusserst feinen, blassen Fäserchen durchsetzt würde. Der Inhalt dieser Speichelzellen, welche, da sie beim Hunde Schleim bilden und kaum Eiweisstoffe enthalten, Heidenhain »Schleimzellen« nennt, färbt sich durch Carmin bei den meisten fast gar nicht, bei vielen wenig, bei einigen stärker. Letztere sollen auch Eiweiss enthalten. Ein Gebilde, das wahrscheinlich der Kern der Schleimzelle ist, liegt mit etwas Protoplasma an der Peripherie der Alveole und ist wie der Fortsatz intensiv roth gefärbt. Da alle Fortsätze an der Peripherie mit den Kernen und Proto-

plasma zusammenlagern, so entsteht hier eine oft etwas breitere rothe Zone. Hier und da ist nun eine oder mehrere Speichelzellen mehr oder weniger durch Carmin gefärbt. Diese Zellen nennt HEIDENHAIN den »Halbmond.« Er hält sie für jüngere Zustände, die allmählig in »Schleimzellen« überzugehen bestimmt sind, was auch mir nicht unwahrscheinlich ist. Er schliesst sich also stillschweigend der schon von mir vorgetragenen Ansicht an, dass nicht alle Speichelzellen sich ganz gleich gegen Reagentien verhalten, was auch ich aus ihrer nicht ganz gleichen Entwicklungsstufe ableite.

Betrachten wir nun die gereizte Drüse, so fallen uns als Unterschiede auf: Fast **alle Zellen** sind jetzt, wenn auch zart durch Carmin **gefärbt;** einige wiederum stärker als die anderen. Aber die Färbung ist, abgesehen vom Protoplasma, überall weniger stark als in der ausgeruhten Drüse. Von Theilungszuständen der jungen Zellen an der Peripherie der Alveolen ist Nichts zu sehen. Hierfür citire ich auch HEIDENHAIN's Tafel I, Fig. 84 u. 85. Alle Conturen sind auffallend blass und weich: so die der Alveolen und der Speichelzellen, die sich nicht mehr durch derbe Linien von einander abgrenzen. Der Kern ist weniger geröthet, zarter begrenzt, grösser und im Allgemeinen rund.

Der Erfolg der Reizung ist also: Statt der in Carmin sich nicht röthenden Zellen mit rundem in Alkohol schrumpfendem, sich intensiv röthendem Kern sind in Carmin sich röthende Zellen mit rundem, in Alkohol nicht schrumpfendem und in Carmin sich weniger röthendem Kerne vorhanden.

HEIDENHAIN schliesst daraus, dass die erste Form bei der Secretion aufgelöst, die zweite neugebildet sei.

Es bleibt aber doch die Möglichkeit bestehen, dass die Schleimzellen durch ihre langdauernde Arbeit eine wesentliche Alteration ihrer chemischen Constitution erfahren haben, und dass hierin die Ursache des verschiedenen Aussehens der Zellen liegt, je nachdem sie ausgeruht oder länger gereizt sind. Ich kann aber nicht läugnen, dass der so total verschiedene Eindruck (s. Fig. 95) sehr stark in Sinne HEIDENHAIN's spricht.

HEIDENHAIN beruft sich endlich zur Stütze seiner Ansicht noch darauf, dass er aus der gereizten, in Jodserum macerirten Drüse mehr in Theilung begriffene Zellen zu isoliren im Stande gewesen sei als aus der ausgeruhten. Die Epithelien der Hundedrüse isoliren sich überhaupt schwer. Sollte nun nicht die Isolirung junger Zellen in der gereizten Drüse dadurch erleichtert werden, dass sie durch die Reizung lockerer und weicher, wasserhaltiger geworden ist, was ja HEIDENHAIN selbst Alles beschreibt? Sollte nicht die starke und lange Durchströmung mit dem an ätzendem kohlensauren Natron reichen Speichel die Isolirung begünstigen? Bemerkenswerth ist auch, dass nach HEIDENHAIN diese jungen Zellen sich erst nach längerer Maceration als die anderen Epithelien isoliren, zum Beweise, dass also begünstigende Umstände sie früher oder in grösseren Massen zur Anschauung bringen. — Ferner muss ich

nach meinen Erfahrungen sagen, dass ich aus jeder ausgeruhten Speicheldrüse Tausende von in Vermehrung begriffenen Epithelzellen demonstriren will. Ganz besonders geeignet ist hierzu die Glandula sublingualis des Kaninchens, die hier noch den Vortheil bietet, dass sie schöne grosse Schleimzellen und Möndchen wie die Glandula submaxillaris des Hundes enthält. In jeder beliebigen solchen Drüse findet man Tausende junger, durch Sprossung sich entwickelnder Epithelzellen. Principiell halte ich selbst wegen der von mir entdeckten Regeneration der Speichelzellen aus den Cylinderzellen der Ausführungsgänge eine allmählige Rückbildung der Alveolen für sehr wahrscheinlich. In wie weit aber das Nervensystem diesen Vegetationsprozess primär oder secundär beeinflusst, möchte noch weiterer Forschung bedürfen.

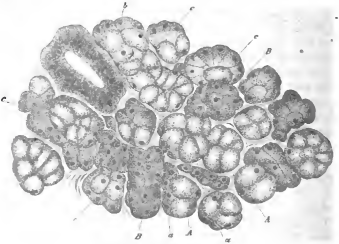


Fig. 96. *α*. Ausgeruhte Drüse.

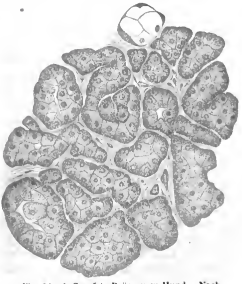


Fig. 96. *β*. Gereizte Drüse vom Hunde. Nach Heidenhain.

§. 8. Von dem Stroma der Speicheldrüsen. Die Bindesubstanzen bestehen theils aus Membranen, theils aus Faserbündeln, die ein poröses Netzwerk bilden, welches das ganze Organ durchsetzt und welchem bald grössere, bald geringere Mengen elastischer Fasern von oft beträchtlicher Entwicklung beigemengt sind. Die Kerngebilde sind nicht überall leicht darzuthun und stellen, wo sie vorkommen, kleine, ovale, scharfbegrenzte, glänzende Körperchen dar. An einzelnen Orten findet man feinkörnige, kernhaltige, mit derben Fortsätzen versehene Zellen, die wahrscheinlich auch zu den zelligen Elementen der Bindesubstanzen gerechnet werden müssen. Nach Boll und Kölliker bilden, wie schon oben besprochen, blasse, platte Bindesubstanzzellen ein reticulum um die Alveolen.

Mit Rücksicht auf das Vorkommen von Muskelfasern, die Schlüter im Stroma gesehen haben will, muss ich bemerken, dass ich neuerdings diesem auch in physiologischer Beziehung hochwichtigen Punkte eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt habe. An in Carmin gerötheten, durch Alkohol erhärteten und in Glycerin untersuchten Schnitten habe ich mich nun in der That davon überzeugt, dass theils solitäre, theils in Bündeln zusammenliegende, glatte Muskelspindeln mit langen, stabförmigen Kernen vorkommen, die wohl nicht als Bestandtheile der Gefässe zu betrachten sind, sodass das Stroma der Contractilität nicht ganz entbehrt.

Das Bindegewebestroma ist nun zwischen den zu einem kleinen Ausführungsgange gehörigen Alveolen ungemein spärlich, sodass diese sich dicht gedrängt aneinander lagern und gegen einander abplatten. Die einzelnen, zu den kleinen Ausführungsgängen gehörigen Drüsenträubchen werden dann durch etwas breitere Bindegewebezüge geschieden, in denen bei fetten Thieren sich die Bindegewebezellen zu Fettzellen umwandeln, sodass Ueberosmiumsäure eine zierliche, aus schwarzen Linien gebildete Marmorirung an jedem frischen Schnitt einer Speicheldrüse hervorbringt. Nachdem secundäre und tertiäre Packete von Drüsenträubchen, die zu einem grösseren Ausführungsgange gehören, mit Bindegewebe zu einer compacten Masse zusammengebunden sind, entstehen vielfache, mit blossem Auge sichtbare Lappen, welche durch Spalten von einander getrennt sind. Die Wand dieser Spalträume besteht aus Bindegewebefasern und ich habe ein Endothel auf ihnen wenigstens nicht deutlich wahrgenommen. Doch habe ich auch diesem Gegenstande keine besondere Beachtung zu schenken bisher Zeit gefunden. Dass diese Spalten, wie Gianuzzi behauptet, zu dem Lymphgefässsystem gehören, bezweifle ich nicht im Geringsten. Weder von den Blutgefässen, die in einer so merkwürdigen Abhängigkeit vom Nervensysteme stehen, noch von den Lymphgefässen ist der Anatomie etwas Eigenthümliches bekannt. Die Capillaren umspinnen, sich an die Membrana propria anlegend, diese sehr dicht und von mehreren Seiten und zeigen nichts von dem gewöhnlichen Baue Abweichendes.

§. 9. Methode der Untersuchung. Handelt es sich darum, über den Situs der Alveolen, Ausführungsgänge, der Zellen und des Stromas einen

Ueberblick zu gewinnen, so macht man feine Schnitte von erhärteten Drüsen. Die Erhärtung geschieht durch Einlegung von dünnen Scheiben lebenswarmer Drüsen in absoluten Alkohol. Die feinen Schnitte werden dann in bekannter Weise mit Carmin gefärbt und in Glycerin untersucht. Um die feineren Structurverhältnisse zu studiren, müssen alle Härtungsmethoden vermieden werden. Man kann von ganz frischen Drüsen mit sehr scharfem Messer Schnitte machen, die man in Jodserum oder Chromsäure von $^1/_{25}$—$^1/_{50}$%, dem ein wenig Jodserum beigemischt ist, untersucht. Indem man solch feine Schnitte vorsichtig mit der Nadel zertheilt, erhält man isolirte Alveolen, Speichelröhren, Epithelzellen mit Nervenendigungen u. s. w. — Am vorzüglichsten gelingt die Isolation der Epithelien durch die Anwendung von Jodserum, in dem man 4—6 Tage die Drüse liegen lässt oder noch besser durch der Jodserumbehandlung nachfolgende Einlegung in Chromsäure von $^1/_{50}$%. Die Chromsäure macerirt am vorzüglichsten, wenn schon vorher eine oder zwei Drüsen für einige Tage eingelegt gewesen waren. Ganz frisch angewandt muss man immer nur ein die Drüse nur 2—4 Mal übertreffendes Volum nehmen. — Eine andere Methode zur Isolation der Elementarbestandtheile, besonders der Kaninchendrüse, besteht darin, dass man diese in ein kleines Gläschen legt, 4—8 Tropfen der Chromsäure von $^1/_{50}$% hinzugiebt, und nach einer Stunde, wenn das Organ durch Quellung gehärtet und durchscheinend geworden ist, feine Schnitte anfertigt und mit scharfen Nadeln in derselben Chromsäure zerlegt. — Recht gut zur Isolation der Elementartheile erweist sich auch Aetzkalilauge von 33%. Sobald die Drüse braun geworden ist, was nach $^1/_4$ bis $^1/_2$ Stunde eintritt, lösen sich die Gewebe leicht. Die Untersuchungsflüssigkeit darf natürlich nicht Wasser, sondern muss abermals dieselbe Kalilauge sein. Eine ganz vorzügliche Methode zur Demonstration der Nervenendigungen ist die von Max Schultze in die mikroskopische Technik eingeführte Einlegung frischer Drüsen in Ueberosmiumsäure, wodurch die markhaltigen Nerven intensiv schwarz werden, wie mit Tinte injicirte Schläuche, während die Epithelien in dünnen Schichten unter dem Mikroskope betrachtet sich so gut wie gar nicht färben. Nur die Speichelröhren nehmen einen bräunlichen Stich an.

Capitel XV.

Bau und Entwicklung der Zähne.

Von

W. Waldeyer.

Diejenigen Hartgebilde des thierischen Organismus, welche man als »Zähne« bezeichnet, finden sich, freilich mit sehr verschiedenem histologischen Bau, in grosser Verbreitung sowohl bei den Wirbelthieren, als bei den Wirbellosen.

Mit Ausnahme der Larvenform des Petromyzon (Ammocoetes), von Amphioxus, Acipenser und der Lophobranchier (Cuvier) unter den Fischen, einiger Kröten (Pipa) bei den Amphibien, der Chelonier bei den Reptilien, sämmtlicher Vögel, von Myrmecophaga, Manis und wohl auch Echidna unter den Säugern haben sämmtliche Wirbelthiere Zähne. Die Bartenwale haben sie wenigstens im Fötalzustande.

Die anatomische Grundform des Vertebratenzahnes ist die einer grossen Papille der Mund- resp. Rachenschleimhaut, der durch chemische und histologische Umänderung ihrer Bestandtheile eine bedeutende Härte verliehen ist. Je nachdem auch der bindegewebige Stamm der Papille an der Erhärtung Theil nimmt oder nicht, unterscheiden wir zwei grosse Gruppen von Zähnen: Dentinzähne und Hornzähne.

Die Hornzähne tragen den Charakter einer weit einfacheren Bildung. Sie stellen mehr oder minder entwickelte Papillen mit mächtigem verhornten Epithelüberzuge dar. Sie hängen niemals mit Skelettheilen zusammen und vermitteln den Uebergang zu den übrigen Hornformationen, Haaren, Stacheln, etc. Aechte Hornzähne treffen wir bei den Petromyzonten, den Myxinoiden und Ornithorhynchus. Eigenthümlich complicirte, aber offenbar hier anzureihende Bildungen sind die Barten vieler Wale und die Hornkauplatten von Rhytina Stelleri.

Bei den Dentinzähnen betheiligt sich in erster Linie der bindegewebige Grundstock der Zahnpapille an dem Erhärtungsprozess, der hier ganz

der Ossification analog vor sich geht. Nur bildet sich kein ächter Knochen, sondern eine zwar verwandte, aber viel härtere und im histologischen Bau mehr oder minder abweichende Substanz, das Zahnbein (Dentin). Das Epithel der Zahnpapille verkümmert dabei entweder zu einem ganz rudimentären Hornüberzuge, der cuticula (Schmelzoberhäutchen), oder es bildet sich in eigenthümlicher Weise zu langen petrificirten Prismen aus, die zusammen als »Schmelz« das Dentin überkleiden. Hierzu kommt als mehr accessorische Bildung noch das Cement, eine ächte, vorzugsweise die Zahnwurzeln überziehende Knochensubstanz. Die Dentinzähne sind fast stets an die den Mund und Rachen umgebenden Skelettheile, meistens die Kiefer, befestigt.

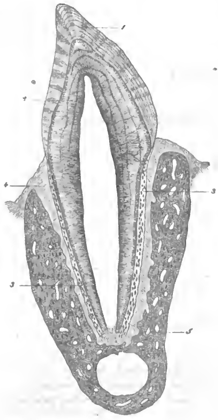


Fig. 97. Praemolarzahn der Katze in situ, Frontalschliff. 15/1. 1) Schmelz mit Kreuzungs- und Parallelstreifen. 2) Dentin mit Schreger'schen Linien. 3,3) Cement. 4) Alveolarperiost. 5) Unterkiefer.

Von der einfachen Anordnung der drei hauptsächlichsten Zahnbestandtheile, wie sie z. B. bei den Menschenzähnen sich findet, giebt es höchst mannichfache und complicirte Abweichungen. Dahin gehören vor Allem die sog. schmelzfaltigen Zähne der Nager, Einhufer u. A., und die zusammengesetzten Zahnbauten vieler Fische, fossiler Reptilien (Labyrinthodon), der Elephanten etc. Die schmelzfaltigen Zähne, d. complicati, haben die Grundform eines einfachen Zahns. Das Zahnbein der Krone ist aber wie eine Halskrause gefaltet: Schmelz und Cement senken sich als Ueberzug in alle die dadurch entstehenden Buchten hinein. Bei den dentes compositi kann man zwei Hauptformen unterscheiden. Entweder ist ein gemeinschaftlicher Stamm vorhanden, von dem eine Menge Einzelzähnchen ausgehen (Galeopithecus, Labyrinthodon) oder es fehlt eine gemeinsame Zahnpulpa ganz, und es sind, wie bei vielen Fischen und bei Orycteropus, zahlreiche selbständige, vom Kiefer ausgehende Einzelzähnchen zu einem Gesammtzahn vereinigt. Die Pulpa der Labyrinthodontenzähne ist also den zusammengesetzten Papillae filiformes der Zunge zu vergleichen, während die ächt zusammengesetzten Zähne der zweiten Classe zu den einfachen Zähnen sich verhalten wie die Hufsohle zum Haar. Bei den Back-

zähnen der Elephanten verhält sich der ganze Zahn wie ein zusammengesetzter Zahn der ersten Art; jeder Einzelzahn hat aber einen schmelzfaltigen Bau, so dass ein höchst verwickeltes Gesammtbild herauskommt.

Auf der andern Seite wird die Zahnbildung wiederum vereinfacht durch den Mangel von einem oder zweien der genannten Zahngewebe, nämlich des Schmelzes oder des Schmelzes und Cements. Die Stosszähne der Elephanten sowie die Zähne der Edentaten entbehren des Schmelzes. Auch die Nager haben an der Kaufläche ihrer Schneidezähne keinen Schmelz. Nur aus gewöhnlichem Zahnbein bestehen nach OWEN[34] die Pharyngealzähne von Labrus. Sehr verbreitet bei den Fischen, z. B. Esox, ist die Combination eines central gelegenen gefässhaltigen Dentins (vasodentine, OWEN) mit einer dünnen Mantelzone von gewöhnlichem, in den äussersten Lagen homogenen sehr harten Dentin (vitrodentine, OWEN[34]). Vgl. Fig. 99.

Zahnbein (Elfenbein, Subst. eburnea, Ebur, Dentin). Das Zahnbein stellt eine gelblich weisse, sehr elastische aber spröde Masse dar von feinfasrigem und eigenthümlich glänzendem Bruch, und ist eine der härtesten Substanzen des thierischen Körpers. Hauptbestandtheile desselben sind eine sehr feste, der compacten Knochenmasse ähnliche Grundsubstanz und in feine Canälchen der lezteren, Zahncanälchen, eingebettete, äusserst zarte, vielfach verästelte Fasern, Zahnfasern TOMES[40], KÖLLIKER[58]. Die Zahnfasern sind enorm verlängerte Ausläufer der sogenannten Elfenbeinzellen (Odontoblasten, s. die Zahnpulpa. Das Zahnbein entspricht somit der Knochensubstanz, mit dem Unterschiede jedoch, dass bei der subst. eburnea nicht Zellen, sondern nur lange Zellenausläufer in die erhärtete Grundsubstanz eingeschlossen sind. Was das weitere Verhalten der Grundsubstanz anlangt, so hat dieselbe eine durchaus homogene Beschaffenheit und zeigt chemisch eine ähnliche Zusammensetzung wie compacte Knochen. Nach Behandlung mit Säuren (am besten verdünnte Salzsäure) erhält man eine dem Ossein fast vollkommen gleiche Masse, den Zahnknorpel, der nur eine etwas grössere Festigkeit besitzt.

Die weichen Theile des Zahnbeins sind die Zahnfasern. Sie stecken nicht unvermittelt in der harten Grundsubstanz, sondern sind noch von besonderen, eng mit der letzteren verbundenen Scheiden umgeben, Zahnscheiden E. NEUMANN[48]. Nach Entfernung der Zahnfasern durch Maceriren oder Glühen des Zahns bleiben diese Zahnscheiden unversehrt; erst nach der Zerstörung der Grundsubstanz durch Kochen in starker Salzsäure oder in kaustischen Alkalien treten sie hervor als der einzige, fast unzerstörbare Rest des Zahns. Sie bilden den weissen feinfadigen Filz, den man nach der Behandlung mit den genannten Agentien zurückbehält.

Die Zahnscheiden gehören höchst wahrscheinlich in die Kategorie der elastischen Begrenzungsschichten, die sich um die Hohlräume der Bindesubstanzen auszubilden pflegen. E. NEUMANN hält sie für verkalkt. Vergl. auch Lief. I. pag. 91. d. W.

Die Zahnbeingrundsubstanz ist demnach von einer Menge feiner Canälchen mit besonderen Wandungen, Zahnscheiden, in welchen die Zahnfasern stecken, durchsetzt. Die Zahncanälchen beginnen mit feinen

circulären Oeffnungen an der Innenfläche der Pulpahöhle und durchziehen von da aus das Zahnbein in radiärer Richtung unter Bildung zahlreicher Schraubenwindungen Welcker[41]. Im Allgemeinen erstreckt sich jedes Canälchen von der Pulpahöhle bis zum Schmelz resp. dem Cement, indem es auf diesem Wege sich reichlich durch zarte Queräste verzweigt. Mittelst dieser Queräste anastomosiren sowohl die Canälchen, als auch ihr Inhalt die Zahnfasern mit einander. An Schliffen frischer Zähne bei stärkeren Vergrösserungen (500—1000) erkennt man unschwer, namentlich in dem centralen Abschnitt der Canälchen, der von bedeutend stärkerem Kaliber ist, die blasse homogene Zahnfaser. Die Wandungen der Canälchen (Zahnscheiden) lassen sich nur auf dem Querschnitt gut sehen, als schmale gelbliche Ringe, in deren Mitte dann wieder der Querschnitt der Zahnfaser als dunkler, feiner Punkt erscheint. Ich glaube wenigstens so mit Kölliker[58] das Querschnittsbild der Zahnröhrchen deuten zu müssen. Zur Orientirung über diese Verhältnisse leisten cariöse Zähne gute Dienste*). Am besten sind die Zahncanälchen an feinen lufttrockenen Schliffen zu übersehen; sie treten da, mit Luft gefüllt, als tief dunkle Röhrchen oder Linien sehr bestimmt hervor und lassen sich bis in ihre feinsten Verzweigungen verfolgen.

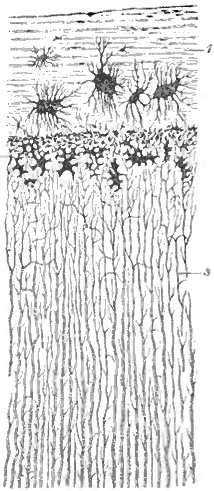


Fig. 98. Eckzahn vom Menschen, Stück eines Querschliffs der Wurzel. $^{300}/_{1}$. 1) Cement mit grossen Knochenhöhlen und parallelen Streifen. 2) Interglobularsubstanz. 3) Zahncanälchen.

Ueber die peripherische Endigung der Zahncanälchen lässt sich noch keine sichere Auskunft geben. Und doch hat eine genaue Kenntniss derselben einen besondern Werth, seit Tomes[29] auf die Sensibilität der peripherischen Theile des Dentins aufmerksam gemacht hat. Zur Zeit der Endschlingen mussten auch die Zahncanälchen in dieser Weise endigen; doch lassen sich wirkliche terminale Schlingenbildungen hier kaum nachweisen. Gegen den Schmelz hin finden sich stets äusserst feine Ausläufer der Zahncanälchen, die sich an der Grenze des Zahnbeins verlieren. Mitunter zeigen sich auch hier kleinere und grössere unregelmässig begrenzte Lücken, Interglobularräume Czer-

*) In der Nachbarschaft der cariösen Stellen zeigen sich sowohl die weichen Zahnfasern als auch die Zahnscheiden verdickt, so dass man auf dem Querschnitt beide sehr deutlich erkennen kann.

mak[33], wovon weiter unten die Rede sein soll. Die Zahncanälchen gehen in diese Interglobularräume über, sowie andrerseits von letzteren auch oft noch feine Ausläufer gegen den Schmelz hinziehen. Ein Uebergehen der Zahncanälchen in den Schmelz findet nicht statt.

Tomes[29] und Kölliker[58] halten an der Angabe fest, dass die Zahncanälchen zum Theil mit ihrem weichen Inhalt in den Schmelz eindringen. Namentlich soll das bei Nagern und Beutelthieren der Fall sein. Mir ist es ebenso wenig wie Hertz[52] gelungen, davon überzeugt zu werden. An Schliffen kann man darüber gar nicht zur Klarheit kommen, da der geringste Mangel an Parallelität der Schliffebenen sehr leicht Täuschungen hervorruft. Andrerseits müssen Sprünge im Schmelz und unebenes Ineinandergreifen von Zahnbein und Emailsubstanz Bilder hervorrufen, die scheinbar zur Bestätigung der Tomes'schen Ansicht dienen. Die Entscheidung kann nur an jungen, in der Bildung begriffenen Zähnen geliefert werden. Doch habe ich bei solchen niemals etwas dergleichen vorgefunden.

Zwischen Zahnbein und Cement tritt regelmässig jene bereits erwähnte Interglobularsubstanz in grösserer Menge auf, und die meisten Zahncanälchen gehen in deren unregelmässige Hohlräume über. Diese stehen wieder durch feine Ausläufer mit den Knochencanälchen des Cements in Verbindung.

An der Kaufläche der Schneidezähne bei Nagern, wo das Dentin blank zu Tage liegt und immer abgeschliffen wird, liessen sich die Canälchen bis unmittelbar an die freie Oberfläche verfolgen. Doch schien mir, dass in den letzten Abschnitten derselben die Zahnfaser atrophirt.

Gehen wir zu einer genaueren Betrachtung der Zahnfasern über, so ist deren Verlauf, als durch die Zahncanälchen bedingt, bereits im Vorigen genügend erörtert. Es ist jedoch nicht leicht zu entscheiden, ob überall, auch in den feinsten peripherischen Verzweigungen der Canälchen, noch Zahnfasern stecken. Bei jungen Zähnen ist das gewiss der Fall, bei älteren scheint vielfach eine mit Obliteration der Canälchen verbundene Atrophie der Fasern stattzufinden. Vergebens sucht man, selbst an den jüngern Zahnfasern, nach Kernrudimenten, obgleich die Entwicklungsgeschichte, sowie einzelne pathologische Befunde (bei Caries) daran denken lassen. In Carmin färben sich die Fasern leicht. Bemerkenswerth ist die grosse Dehnbarkeit der Zahnfasern; man kann namentlich bei jungen Zähnen die Elfenbeinzellen weit vom Dentin entfernen, ohne dass deren Fortsätze abreissen, die dann wie Harfensaiten angespannt erscheinen. Wenn Salter[31] neuerdings die Fasern für Röhrchen erklärt, weil sie beim Trocknen Luftbläschen zu enthalten scheinen und auf dem Querschnitt einen dunklen Punkt zeigen, so beruht das wahrscheinlich auf Verwechslung mit Zahnscheiden. Die Fasern sind durchaus solid und homogen.

Von dem vorhin geschilderten Baue des Zahnbeins giebt es einzelne bemerkenswerthe Abweichungen. Eine ziemlich allgemein verbreitete Bildung ist zunächst die Interglobularsubstanz. So nannte Czermak diejenigen Partieen des Dentins, welche sich am lufttrocknen Schliff mit unregelmässigen Lücken und Hohlräumen durchsetzt erweisen. Die Begrenzungen dieser Lücken, namentlich wenn sie tief einschneidende Winkel zeigen, springen oft in Form kugliger Massen vor, Zahnbeinkugeln. Kuglige Zeichnungen, die mitunter in compactem

Dentin auftreten, lassen sich daraus erklären, dass vielfach eine nachträgliche Obliteration der Interglobularräume durch Verknöcherung ihres weichen Inhaltes stattfindet, wobei die Contouren ihrer ehemaligen Begrenzung erhalten bleiben. Der Inhalt der Interglobularräume besteht aus einer weichen Masse. Bei jungen, frischen Kalbszähnen kann man in den grösseren Interglobularräumen sehr häufig rundliche und sternförmige Zellen mit Ausläufern liegen sehen, die sich in die einmündenden Zahncanälchen fortsetzen. Später verkümmern die Zellen, oder ihr Protoplasma wandelt sich in eine dem Zahnknorpel ähnliche Substanz um. Fast regelmässig findet sich an der Grenze des Cements eine Lage sehr kleiner, dichtgedrängter Interglobularräume, granular layer Tomes. Die Interglobularräume mit ihrem weichen Inhalt sind also nichts anders, als das Resultat eines etwas unregelmässigen Verzahnungsprozesses und den kleinen unregelmässigen Marklücken analog, die man auch inmitten compacter Knochensubstanz findet.

Im Zahnbein vieler Thiere, namentlich der Fische, bei einigen Nagern, im centralen Theile der Stosszähne des Elephanten, den Backzähnen des Iguanodon u. A., finden sich Gefässcanäle, den Havers'schen Canälen des Knochens analog, Vasodentine Owen. Bei Menschen werden dergleichen Bildungen wohl nur bei nachträglichen Verknöcherungen der Pulpa angetroffen. Wie bei manchen Fischen (Kölliker[45]) die Skelettknochen zum grossen Theil aus ächtem Dentin bestehen, so trifft man umgekehrt auch im Dentin der Zähne, namentlich bei pathologischen Producten, Odontomen Virchow, Osteo-Odontomen Hohl, dann im Zahnbein in der Nähe des Cements, oder bei Verknöcherungen der Pulpa den Knochenkörperchen ähnliche Bildungen, Osteodentine Owen.

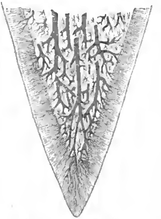


Fig. 99. Spitze eines Hechtzahns. (Unterkiefer, Esox lucius) 80/1. Centrales Vasodentin, Mantel von ächtem Dentin mit äusserem Belag von Vitrodentin.

Uebergangsformen zwischen Vasodentine, Osteodentine und gewöhnlichem Zahnbein sind bei Fischen, Hechten z. B., sehr häufig; auch bei den Cetaceen, Dugong, Physeter, gehen die peripherischen Lagen des Dentins, welche reichlich mit kleinen Interglobularräumen und ächten Knochenkörperchen durchsetzt sind, unmerklich in das umgebende Cement über, sodass eine scharfe Grenze zwischen Knochensubstanz und Dentin hier nicht zu ziehen ist.

Seit Schreger[7] kennt man im Dentin ein System concentrisch und parallel den Zahncontouren verlaufender Linien, die bei grösseren Zähnen sehr gut mit freiem Auge oder schwacher Vergrösserung zu erkennen sind. Sie haben z. B. beim ächten Elfenbein auf Querschnitten einen charakteristischen gekreuzten Verlauf unter Bildung kleiner rhomboidaler Maschen. Wie Retzius[19] und Owen[25] zuerst richtig angegeben haben, werden diese Schreger'schen Linien durch die gleichgerichteten Hauptbiegungen der Zahnröhrchen veranlasst. Owen[25] erwähnt ferner ein zweites System parallel verlaufender Bogenlinien im Dentin, Contourlinien, namentlich bei den Stosszähnen der Elephanten, das durch regelmässig eingelagerte Strata kleiner Zellen (wahrscheinlich feinkörniger Interglobularsubstanz) hervorgerufen wird. Czermak und Kölliker[58] bilden Aehnliches von menschlichen Zähnen ab; doch darf man daraus, wie vielfach geschehen, nicht auf einen lamellösen Bau des Dentins schliessen.

Schmelz (Subst. vitrea, Subst. adamantina, encaustum, adamas, Email). Der Zahnschmelz ist die härteste Substanz, welche bei Vertebraten vorkommt (er steht ungefähr dem Apatit gleich, F. Hoppe-Seyler[69]). Seine mit bläulichem Teint durchscheinende Masse bildet eine Art Kappe von verschiedener Mächtigkeit um die Zahnkrone und ahmt gewöhnlich deren Contouren genau nach. Seine Oberfläche, namentlich an den Seiten, zeigt sehr feine, ziemlich parallel umlaufende Querriffe, Czermak, die in dem papillären Bau des Schmelzorganes (s. dieses) ihre Erklärung finden. Gröbere Wülste mit tief einschneidenden Furchen, wie sie ebenfalls von Czermak beschrieben werden, sind wohl als pathologische Bildungen aufzufassen.

Bei jungen, in der Bildung begriffenen Zähnen, wo der Schmelz noch weich und schneidbar ist, lässt sich sehr leicht constatiren, dass sich derselbe aus ziemlich langen, 3—5 μ breiten, prismatischen Gebilden zusammensetzt, die man Schmelzfasern oder Schmelzprismen genannt hat (vgl. Fig. 103 No. 4 u. 5). Man kann an denselben eine gewisse Formähnlichkeit mit sehr langen Cylinderepithelzellen, wie den Linsenfasern, nicht verkennen. Namentlich tritt das auf feinen Querschliffen hervor, die eine zierliche Mosaik sechseckiger Felder sehen lassen. Bei vorsichtiger Behandlung mit verdünnter H Cl und nach kurzem Kochen in SO_3, Beigel[50], (welches Verfahren übrigens keine besondern Vortheile bietet) lassen sich die Schmelzprismen bei Erwachsenen ebenfalls isoliren. Ihre Enden sind oft nadelförmig zugespitzt, was aber wohl nur von unregelmässigem Absplittern herzurühren scheint. Dabei stellt sich heraus, dass die Prismen theils gerade, theils in Curven verlaufen; ob Zickzackbiegungen vorkommen, wie Czermak will, davon habe ich mich nicht überzeugen können. Auffallend sind an isolirten Schmelzprismen die in ziemlich regelmässigen Abständen auf einander folgenden dunkleren Querstreifen und leichten Varikositäten, die namentlich beim Zusatz sehr verdünnter HCl hervortreten. Setzt man die Behandlung mit HCl etwas länger fort, so zerfallen die Fasern gern den helleren Querlinien nach in kleine cubische Stückchen von nahezu gleicher Grösse (3—4 μ).

Wie die Querbänder zu erklären seien, ist bis jetzt unentschieden. Der Umstand, dass sie an jugendlichen, weichen Fasern in der Regel fehlen, wenigstens nicht so deutlich sind, und dass ihre gegenseitigen Abstände der Dicke der Fasern ungefähr entsprechen, hat mich die Vermuthung aussprechen lassen[49], dass sie von der Kreuzung der einzelnen Fasern herrühren möchten. Ich erkenne die Gründe, welche Hertz[52] gegen die Vermuthung vorgebracht hat und denen Kölliker[58] beitritt, sehr wohl an, doch muss ich bis jetzt daran zweifeln, ob in der That alle Schmelzprismen die Querstreifen und Varikositäten zeigen. Hertz kommt wieder auf eine schubweise Verkalkung der Schmelzzellen zurück, die bereits Hannover[39] angenommen hatte. Wie dadurch aber jene regelmässigen Querstreifen hervorgebracht werden sollen, bleibt mir wenigstens unverständlich. Ausserdem lässt sich gar kein Grund vorbringen, der für eine schichtweise Bildung des Schmelzes spräche.

Die Schmelzfasern liegen ohne nachweisbare Zwischensubstanz fest aneinander; sie scheinen völlig solid zu sein, und erstrecken sich meist durch

die ganze Dicke des Schmelzes. Dabei haben die Fasern jedoch einen sehr verschiedenen Verlauf, was zunächst in der bekannten Kreuzung der Prismen seinen Ausdruck findet. Es erscheinen nämlich auf Schliffen abwechselnd Lagen von Schmelzfasern in der Längsansicht und im Querschnitt, wodurch eine eigenthümliche, mitunter sehr regelmässige Zeichnung entsteht. Die Schmelzprismen müssen also bündelweise einen verschiedenen, oft entgegengesetzt gerichteten Verlauf zur Oberfläche des Zahns nehmen. Eine zweite auf Schliffen hervortretende Zeichnung im Schmelz bilden die von Retzius sogenannten bräunlichen Parallelstreifen, gleichlaufend übereinander gelagerte Linien, die von Kölliker als Ausdruck einer schichtenweisen Bildung des Schmelzes angesprochen werden.

Dieselben sind oft (s. Fig. 97) sehr fein und dicht neben einander gelagert; einzelne unter ihnen treten stärker hervor. Eine genügende Erklärung dieses Phänomens lässt sich zur Zeit nicht geben. Hertz denkt an Pigmentablagerungen in den Schmelzprismen, wie sie z. B. beim Biber und Eichhörnchen vorkommen (Eisenoxyd v. Bibra[68]) und bei diesen Nagern nach Wenzel[66] bereits im Protoplasma der Schmelzzellen vorhanden sind, — vermag jedoch keine sichern Thatsachen dafür mitzutheilen. Noch andere Streifungen, die von Czermak auf regelmässigen Ziekzackverlauf, von Hannover auf Drehungen der Prismen zurückgeführt werden, lassen sich an Querschliffen am besten nach Bepinselung mit verdünnter H Cl (1:12 Hertz) wahrnehmen. Für die Kreuzungen der Prismen, sowie für deren verschiedenen Verlauf wird sich später (s. die Entwicklung des Schmelzes) die Erklärung ergeben. Interessant sind die Angaben von Hoppe-Seyler[69] über das Verhalten des Schmelzes im polarisirten Licht. Demnach ist der fertige Schmelz stark negativ doppelbrechend und wahrscheinlich einaxig, während der junge Schmelz positive Doppelbrechung zeigt; durch Erhitzung bis zu 800° wird auch der ausgebildete Schmelz positiv. Nach einer Analyse von Hoppe-Seyler[69] fanden sich im Zahnschmelz vom neugebornen Menschen: PO^5, 3 Ca O = 75,23. — CO^2, Ca O = 7,18. — Cl Ca = 0,23. — PO^5, 3 Mg O = 1,72. — Organische Stoffe = 15,59. Schmelz von Erwachsenen enthält nur 1—3 pc. organische Bestandtheile, dagegen viel mehr phosphors. Kalk. Bemerkenswerth ist ein geringer Gehalt an Fluor.

Die **Cuticula** (persistent capsula Nasmyth[22], Schmelzoberhäutchen Kölliker) bildet einen äusserst resistenten, nur 1—2 μ dicken Ueberzug über den freiliegenden Theil der Zähne, an dem sich bei ältern Zähnen absolut keine Textur mehr nachweisen lässt. Nur wenn Schmelz vorhanden ist, treten an der untern Fläche die Abdrücke der Prismen häufig als kleine quadratische Felder auf.

Mit Unrecht führt seit Kölliker die Cuticula den Namen Schmelzoberhäutchen, denn sie findet sich eben so deutlich entwickelt an Zähnen, denen der Schmelz fehlt, z. B. bei Hechten u. A.

Bei jungen, im Durchbruch begriffenen Zähnen lässt sich die Cuticula sehr leicht in toto nach geringer Einwirkung von H Cl ablösen und mit arg. nitric. imprägniren, wobei grosse, Epithelzellen ähnliche Zeichnungen zum Vorschein kommen. Es sind das, wie die Entwicklungsgeschichte zeigt (s. diese) die verhornten Zellen des sogenannten äusseren Epithels vom Schmelzorgan, aus denen sich die Cuticula bildet.

Die chemischen Reactionen stellen ebenfalls die cutic. dentis in das Bereich der verhornten Membranen. Nach den Angaben von Kölliker[58], die ich bestätigen kann, lassen kochendes Wasser und Mineralsäuren die cuticula unverändert, nur wird sie in NO_5 gelb gefärbt. Mit Kali oder Natron caustic. gekocht wird sie aufgelockert; beim Verbrennen entwickelt sich ein ganz an Hornsubstanz erinnernder Geruch. Kalk konnte ich bei der cuticula des Menschen nicht nachweisen; geringe Spuren desselben könnten immer auf Verunreinigung vom benachbarten Schmelz, resp. Dentin her bezogen werden, sodass eine Petrification der cuticula zweifelhaft bleibt; Kollmann[67a] nimmt eine solche neuerdings an, jedoch ohne Beweise.

Cement (Zahnkitt, Subst. osteoidea, caementum, cortex osseus, crusta petrosa). Das Cement ist eine wesentlich dem Alveolarperiost angehörige Bildung ächter Knochensubstanz und findet sich bei dem Menschen und vielen Vertebraten nur als dünner Ueberzug der Zahnwurzel. Eng mit dem Zahnbein verbunden, beginnt es als feiner Belag an der Grenze des Schmelzes und zeigt sich am dicksten an der Wurzelspitze und zwischen den Zinken der mehrwurzligen Backzähne. Bei den schmelzfaltigen und den zusammengesetzten Zähnen dringt das Cement als ziemlich dicke Lage tief zwischen die Buchten der Zahnkrone ein, oder dient als verkittendes Material für die Einzelzähnchen; es liegt dabei von allen Zahnbestandtheilen am meisten nach aussen. Die Pachydermen u. A. haben auch einen besondern Cementmantel als secundäre Bildung um die ganze Zahnkrone herum (Kroncement).

Chemische und mikroskopische Beschaffenheit stellt das Cement direct zum Knochengewebe. Die Knochenhöhlen sind meist gross und besitzen eine enorme Zahl sehr langer Ausläufer, namentlich bei den Cetaceen. In den dünnsten Cementlagen können sie indessen ganz fehlen und hat das Cement auf Schliffen an diesen Stellen ein homogenes, glasähnliches Aussehen. Eine derartige ganz harte Lamelle von höhlenfreiem Cement kommt auch an der Peripherie der dickeren Cementlagen vor. Havers'sche Canäle, die sich mitunter in die Pulpahöhle öffnen (Salter[58]), finden sich in den dickeren Cementlagen, doch vermisst man meistens regelmässige lamellöse Schichtung der Grundsubstanz.

Kölliker[58] erwähnt noch eigenthümliche buchtige Höhlungen im Cement, die er für pathologische Bildungen erklärt. Auch Sharpey'sche Fasern kommen vor. Das Hundecement lieferte mir ausgezeichnete Objecte für letztere. Eine besondere Erwähnung verdienen noch die im Cement der Pferde zuerst von Gerber[24] gesehenen dicken, kapselartigen Umgrenzungen einer oder mehrerer Knochenhöhlen. In verdünnten Säuren lassen sich die Höhlen mit ihren dicken Kapseln leicht isoliren und sind aus der Verknöcherung nesterförmiger Osteoblastengruppen mit dicken Bindegewebsscheiden zu erklären[49].

Weichgebilde der Zähne. Die zu den Zähnen gehörenden Weichtheile begreifen die Zahnpulpa und das Zahnfleisch. Erstere ist die gefäss- und nervenführende Matrix des Zahnbeins, ein Rest der ursprünglichen Zahnpapille. Sie ist gleichsam das Modell des Zahns, um welches sich die Hartgebilde wie ein Abguss herumlegen und hat demnach, entsprechend den ver-

schiedenen Gestalten der Zähne, eine äusserst variable Form. Bei ältern Zähnen, wo die harten Theile bedeutend überwiegen, bleibt meist nur ein spärliches Residuum der Zahnpapille in dem cavum dentis eingeschlossen, das beim Menschen auf einen ganz schlanken gefäss- und nerventragenden Bindegewebsfaden herabsinkt. Durch die foramina dentium steht die Pulpa mit dem Periost am Boden der Alveole in unmittelbarer Verbindung.

An den Schneidezähnen der Nager, die immerfort neues Zahnbein produciren, erhält sich auch bei erwachsenen Thieren die Pulpa in ihrer ursprünglichen Zusammensetzung und kann man da ihren Bau am besten studiren.

Die Hauptmasse einer gut erhaltenen jüngern Pulpa besteht aus einem sehr zellenreichen, undeutlich feinfasrigen Bindegewebe, das vielfach an das Schleimgewebe älterer magerer Nabelschnuren erinnert, der elastischen Fasern aber entbehrt. Der zahlreichen starken Gefässe wegen, die dicht unter der Oberfläche sich in mittelweite Capillarnetze auflösen, erscheint das Gewebe fast cavernös. Die äussere Schicht der Pulpa bildet eine Lage grosser, mit zahlreichen Fortsätzen versehener, länglicher Zellen, Odontoblasten [49 59], die nach Art eines Cylinderepithels aneinander gereiht sind *). Diese Zellen (vgl. Fig. 102. 103) haben eine Länge von 20—30μ bei durchschnittlich 5μ Breite, sind feinkörnig und membranlos. Der ziemlich grosse rundliche oder ovoide Kern steckt gewöhnlich in dem der Pulpa zugewandtem Ende. Bei Erwachsenen ist, wie Boll [59] hervorhebt, die Form der Zellen eine sehr schlanke, während bei jungen Zähnen eine gedrungenere Gestalt vorwiegt. Dreierlei Fortsätze sind an den Zellen zu unterscheiden: Dentinfortsatz, Pulpafortsatz und die seitlichen Fortsätze. Die Dentinfortsätze sind die früher beschriebenen Zahnfasern; nur ist hier nachzuholen, dass von einer Zelle oft mehrere Zahnfasern ausgehen (Boll zählte bis 6). Solche Odontoblasten mit mehreren Dentinfortsätzen sind an ihrem dem Zahnbein zugewandten Ende breit, während die übrigen allmählich zur Zahnfaser hin sich verjüngen. Durch die als sehr feine kurze Zacken an allen Zahnbeinzellen hervortretenden lateralen Fortsätze hängen die Odontoblasten innig unter einander zusammen. Der kurze Pulpafortsatz entspringt meistens mit ziemlich breiter Basis und dient zur regelmässigen Verbindung mit einer der zunächst unter der Membrana eboris gelegenen Zellen, die gewöhnlich etwas grösser und dunkler gekörnt erscheinen als die tiefer liegenden.

Boll [59] verdanken wir die erste genauere Kenntniss des Verhaltens der Zahnnerven. An den Schneidezähnen der Nager gelang es ihm nach einstündigem Verweilen der Pulpa in $1/_{32}$ pc. Chromsäure-Lösung eine sehr grosse Anzahl markloser, äusserst feiner Nervenfasern aufzufinden, die einen »seidigen« Glanz zeigten. Dieselben gingen ganz allmählich in die markhaltigen Nervenfasern über. Ist man so glücklich, die membrana eboris im Zusammenhange mit der Pulpa zu erhalten,

*) Aeltere Bezeichnungen sind: Zahnbeinzellen, Elfenbeinzellen etc. Kölliker nennt diese ganze Zellenlage membrana eboris, da sie gewöhnlich bei Herausnahme der Pulpa als zusammenhängende, membranartige Lage an der Innenfläche des Zahnes haften bleibt.

was BOLL nach der Behandlung mit CrO^3 durch Einschieben eines feinen Messerchens zwischen Zahnbein und Pulpa zuweilen möglich war, so fällt der enorme Reichthum der peripherischen Pulpabezirke an diesen marklosen Nervenfasern auf. Zerzupfungspräparate ergeben, dass die Nervenfasern in ziemlich reichlicher Menge zwischen den Odontoblasten aufwärts steigen und wie feine Härchen unter den Zahnbeinforlsätzen ganz parallel denselben in die Höhe ragen. Es gelang BOLL jedoch nicht, das Eindringen der Nervenfasern in Zahnkanälchen zu sehen, obwohl die Länge und Richtung derselben für eine solche Annahme spricht.

Das Zahnfleisch zeichnet sich vor der übrigen Auskleidung der Mundhöhle durch seinen Gefässreichthum und die grossen Papillen aus, die sich wie die papillae fungiformes wieder mit kleinen Wärzchen besetzt zeigen (KÖLLIKER [58]). Drüsen scheinen gänzlich zu fehlen. Hie und da finden sich kleine, rundliche Anhäufungen von Pflasterepithel, oft wie concentrische Hornkörper gestaltet, mitten im Zahnfleisch oder in grubigen Vertiefungen der Oberfläche desselben (SERRES [5], KÖLLIKER [58]).

Das Alveolarperiost, welches gleichzeitig als Periost der innern Alveolarfläche und des Cements, Periodontium, fungirt, zeichnet sich durch seine weiche Beschaffenheit aus; elastische Fasern sind darin nur sehr wenig entwickelt, auch fällt, wie ich mit KÖLLIKER [58] finde, der Nervenreichthum desselben auf.

Bei den Wirbellosen sind Zahngebilde ebenfalls in grosser Zahl und mannichfaltiger Form vertreten. Am meisten ähneln den Vertebratenzähnen die Zähne des Kauapparats von ECHINUS. H. MEYER (MÜLLER's Arch. 1849, p. 191 ff.) lässt dieselben aus Schmelzfasern gebildet sein; das ist jedoch nicht ganz zutreffend. Die Echinidenzähne sind lange, schmale, leicht gekrümmte Platten, die an ihrer Innenfläche in der Mittellinie einen starken Kiel tragen; die Hauptmasse wird als peripherische, der senkrecht auf derselben sitzende Kiel als radiale Platte bezeichnet. Die radiale Platte ist ziemlich weich und lässt sich leicht in schmale Blätter spalten, die wiederum aus langen, an den Enden etwas umgebogenen Prismen bestehen. Bedeutend härter ist die peripherische Platte, deren Prismen viel schmäler und kürzer sind als die des Kiels. Zwischen diesen Prismen, die in jeder Platte einander theils parallel laufen, theils kreuzen, liegen noch dünne, glänzende Kalkplatten, die vielfach ein äusserst zierliches Netz von feinen anastomosirenden Kanälchen zeigen. Bei der Behandlung mit HCl lösen sich die Prismen unter starker Gasentwicklung ohne jeden organischen Rückstand auf; sie scheinen demnach fast nur aus kohlensaurem Kalk zu bestehen. Härte, Grösse und chemische Beschaffenheit unterscheidet sie also bedeutend vom ächten Zahnschmelz, auch haben sie nicht die regelmässige 4—6 seitige Form der Fasern des letzteren. — Bei Mollusken, Würmern und Arthropoden sind die Mund- oder Magenzähne Chitinbildungen, zuweilen noch mit kalkigen oder kieselhaltigen Massen imprägnirt. — Man kann im Allgemeinen sagen, dass bei den Wirbellosen die Zähne sich auf rein mineralische (?) oder epitheliale Bildungen zurückführen lassen (Analoga des Schmelzes), während bei den niederen Vertebraten ihre Hauptmasse sich aus eigenthümlich modificirter und verknöcherter Bindesubstanz aufbaut; die höheren Thierklassen dagegen, wie sie auch die complicirtesten Formen der Zahngebilde darbieten, nehmen wieder eine Epithelbildung, den Schmelz, mit in die Zahnstructur auf.

Zahnentwicklung. Die Genese der Zähne beginnt beim menschlichen Embryo nach den Angaben von ROBIN und MAGITOT [46] etwa zwischen dem 50.

bis 65. Tage. Die Kieferränder bilden beim Beginn des 3. Monats einen leicht erhabenen, abgerundeten, namentlich am Unterkiefer deutlichen Wall »Kieferwall«, der aus dem verdickten embryonalen Bindegewebe und Epithel der Mundschleimhaut besteht Das Mundhöhlenepithel nun und sein gefässreiches, dem Schleimgewebe ähnliches Substrat sind die Muttergewebe für die einzelnen Bestandtheile der schmelzführenden Dentinzähne, die wir hier vorzugsweise berücksichtigen, und zwar das Epithel für den Schmelz, das Schleimgewebe für das Dentin und Cement.

Durch eine in das Schleimgewebe vordringende Wucherung des Epithels wird zunächst ein eigenthümliches Organ, das »Schmelzorgan« gebildet. Diesem wächst ein papillenförmiger Vorsprung des Schleimgewebes, die Anlage der Pulpa und des Dentins, entgegen; beide Theile zusammen bilden die erste Zahnanlage. Wenn später die Verbindung des Schmelzorgans mit dem Mundhöhlenepithel unterbrochen wird, so liegt die Zahnanlage allseitig von dem subepithelialen Bindegewebe umschlossen in der Dentalrinne der Kiefer wie in einer Kapsel. Der Theil des Bindegewebes, welcher die Zahnanlage zunächst umgiebt, wird gewöhnlich als Zahnsäckchen bezeichnet und liefert später das Cement*).

Schmelzorgan und Schmelz. Die Kieferwälle lassen gegen Ende des zweiten Monates eine seichte, sanft ausgerundete, longitudinale Furche, »Zahnfurche«, erkennen. Das Epithelium der Mundhöhle kleidet dieselbe fast ganz aus, so dass sie von der Oberfläche her anfangs kaum bemerkbar ist. Die beiden vorspringenden die Furche einschliessenden Säume des Kieferwalles heissen die Zahnwälle Marcusen[31] (Zahnfurchenlippen Dursy[67]). Vom Boden dieser Furche aus senkt sich alsbald ein schmaler Fortsatz des Mundhöhlenepithels in das unterliegende Schleimgewebe herab,

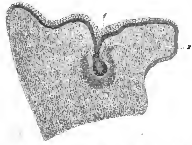


Fig. 400. Oberkieferhälfte eines Schaffotus von 3 C.M., Frontalschnitt. $^{50}/_{1}$. Schmelzkeim mit der halbmondförmigen Anlage des Dentinkeims und des Zahnsäckchens im Querschnitt. 1) Zahnfurche. 2) Gaumenfortsatz.

der auf dem Querschnitt die Form einer kurzen schlauchförmigen Drüse besitzt, in der That aber eine die ganze Länge des Kiefers einnehmende Epithelleiste darstellt, Schmelzkeim, Kölliker[47]. Gleichzeitig vergrössert sich auch, namentlich beim Oberkiefer, die ursprüngliche Zahnfurche und wird ganz vom Mundhöhlenepithel ausgefüllt. Letzteres wuchert auch noch auf den beiden Zahnwällen und in der tiefen Furche zwischen Lippen- und Kiefer-

*) Kölliker[58] nennt die ganze Zahnanlage: Schmelzorgan, papilla dentis und die bindegewebige Umhüllung beider, »Zahnsäckchen«, und unterscheidet letztere wieder als »eigentliches Zahnsäckchen«, eine Nomenclatur, die sich wenig empfehlen dürfte.

rand, namentlich bei Wiederkäuern, Kölliker[47], in ganz besonderer Mächtigkeit. An einzelnen Stellen setzt sich der Schmelzkeim vom Boden der Zahnfurche ziemlich senkrecht in die Tiefe fort; in anderen Regionen, namentlich in der Gegend der Schneidezähne, dringt er schräg medianwärts vor, bildet also mit der Zahnfurche einen mehr oder minder grossen Winkel.

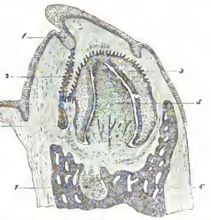


Fig. 101. Unterkieferhälfte eines menschlichen Fötus von 11 C. M. Scheitel-Steisslänge. Frontalschnitt. $^{25}/_{1}$. 1) Zahnfurche. 2) Rest des Schmelzkeims. 3) Schmelzorgan; am äussern Epithel so wie am Schmelzkeim die Papillen des Zahnsäckchens. 4) Secundärer Schmelzkeim, Anlage für den bleibenden Zahn. 5) Dentinkeim. 6) Unterkiefer. 7) Meckel'scher Knorpel.

Die hier gegebene Darstellung weicht in etwas von meinen früheren Angaben ab, insofern sie eine »Zahnfurche« in der Gegend der späteren Zahnanlage anerkennt und die Furche nicht als secundäre, durch die spätere Epithelwucherung veranlasste Bildung betrachtet. Auch Kölliker[58] erwähnt einer solchen furchenartigen Bildung und zeichnet sie mit dem von ihrem Boden ausgehenden Schmelzkeime l. c. fig. 260. Die Angaben von Marcusen[31] über die Zahnentwicklung, die ich schon früher als die ersten richtigen hingestellt habe[49], müssen also noch im weiteren Detail bestätigt werden. In jüngster Zeit hat Dursy[67] das erste Auftreten der Zahnfurche besonders eingehend geschildert und zahlreiche Abbildungen derselben gegeben. Er lässt dieselbe durch ein ungleiches Wachsthum der Kieferränder sich bilden. Der Schmelzkeim wird auf eine einfache Weiterentwicklung der Zahnfurche und ihres Epithels zurückgeführt, das aber nicht selbständig in den Kieferwall hineinwuchere, sondern durch weitere Erhebung der Zahnfurchenlippen mehr in die Tiefe versenkt werde. Ich glaube jedoch zwischen der primären kleinen Zahnfurche nebst ihrem Epithel und dem eigentlichen Schmelzkeim unterscheiden zu müssen. Der letztere ist erst eine secundäre Bildung, die zwar vom Epithel der primären Zahnfurche ausgeht, sich jedoch sowohl durch ihre plötzliche Verschmälerung, ihre namentlich an den Schneidezähnen abweichende Richtung und ihr mikroskopisches Verhalten unterscheidet. Das Zahnfurchenepithel besteht, abgesehen von der tiefsten cylindrischen Lage, die unmittelbar in die cylindrischen Zellen der Peripherie des Schmelzkeims übergeht, aus grösseren plattenförmigen oder rundlichen hellen Elementen, während die Mitte des Schmelzkeims von kleinern dunkler gekörnten runden Zellen eingenommen wird. Auch später ist noch immer die nunmehr vergrösserte Zahnfurche vom Schmelzkeim zu unterscheiden (vgl. Fig. 101). Ob der Schmelzkeim durch selbständiges Wachsthum in das Kieferblastem eindringt, wie ich angenommen habe[49], oder in Folge der stärkeren Entwicklung der Zahnwälle mehr in die Tiefe eingebettet wird, möchte mit Sicherheit schwer zu entscheiden sein. Die kleine primäre Zahnfurche, die überdiess nicht immer vorhanden ist, darf aber nicht mit Arnold's[12] Zahnfurche und Goodsir's[21] primitive dental groove identificirt werden. Beide kannten den Schmelz-

keim nicht und liessen in ihrer Zahnfurche die Zähne aus freistehenden Papillen sich entwickeln.

Bald gehen eine Reihe eigenthümlicher Veränderungen an den tiefer gelegenen Partieen des Schmelzkeims vor und zwar nur an einzelnen umschriebenen, den spätern Milchzähnen entsprechenden Stellen. Die runden Zellen der Mitte des Schmelzkeims beginnen nämlich hier lebhaft zu wuchern, sodass letzterer fast kugelförmig ausgedehnt wird und die Form eines Kolbens erhält, der mit relativ engem Halse in den Epithelzapfen der Zahnfurche übergeht. Zugleich aber wächst je einem der Kolben der Dentinkeim entgegen, der den Boden desselben nach oben hin einstülpt, sodass die Schmelzkolben nach und nach kappenförmig die Zahnpapille überkleiden. Dann lösen sich die Verbindungen zwischen den einzelnen Abtheilungen des Schmelzkeims, wahrscheinlich durch Wucherung des Bindegewebes der Zahnwälle, sodass nunmehr jedem Dentinkeim eine besondere Abtheilung des Schmelzkeims entspricht, die man seit Purkyně[14] Schmelzorgan nennt. Jedes Schmelzorgan besteht also aus einem stärker entwickelten, kappenförmig den Dentinkeim umhüllenden Theile und einem engen, zum Mundepithel führenden Zellenstrang, Hals des Schmelzorgans, der einen Rest des ursprünglichen Schmelzkeims darstellt (vgl. Fig. 101.). Auch der Hals des Schmelzorgans schwindet später, indem die beiden Zahnwälle oben miteinander verwachsen. So sind dann die Zahnanlagen allseitig von dem lockern Bindegewebe des Kieferwalles umgeben.

Gleichzeitig mit den geschilderten Formveränderungen gehen sehr bemerkenswerthe histologische Umgestaltungen im Schmelzorgan vor. Die cylindrischen Randzellen desselben, soweit sie dem Dentinkeim unmittelbar aufliegen, also als dessen Epithel figuriren, werden ungemein lang und stellen sehr regelmässige, sechsseitige, prismatische Körper dar, wohl das schönste und regelmässigste Cylinderepithel, was der thierische Körper darbietet (vgl. Fig. 102 u. 103). An den Langseiten der Zellen tritt eine deutliche membranöse Begrenzung hervor, während beide Enden freies Protoplasma zeigen. An der Basis des Dentinkeims, da, wo sie auf die Seitenwandungen des Schmelzkolbens übergehen, werden die Zellen immer kürzer, bis sie zuletzt eine fast kubische Form annehmen und so den vom Dentinkeim abgewendeten Theil der Innenfläche des Schmelzorgans resp. des Zahnsäckchens auskleiden. Wir bezeichnen mit Kölliker[47] die langen Cylinderzellen als inneres Epithel, Schmelzepithel, die übrigen Randzellen als äusseres Epithel des Schmelzorgans. So weit das äussere Epithel reicht, zeigt das angrenzende Bindegewebe ziemlich regelmässig gestellte, konische Gefässpapillen, die in das Epithel eingreifen und die den Papillen auf der übrigen Mundschleimhaut entsprechen. (Vgl. Fig. 101.)

Die vollkommene Zusammengehörigkeit dieser Bildung wird am besten durch eine neuere Angabe Dursy's[67], die ich bestätigen kann, erwiesen, dass nämlich auch gegen den Hals des Schmelzkeims hin dieselben papillären Bildungen vorhanden

sind, die hier ohne Unterbrechung in die Papillen des Zahnfleisches übergehen. Nur muss bemerkt werden, dass sie am Schmelzorgan viel stärker und früher entwickelt sind, als am Zahnfleisch.

Zwischen äusserem und innerem Epithel erleiden gleichzeitig die kleineren runden Zellen des Schmelzorgans eine eigenthümliche Umformung. Sie werden nämlich sternförmig und hängen mit ihren Fortsätzen nach Art der Zellen des gewöhnlichen Schleimgewebes zusammen, dem diese Partie des Schmelzorgans auch frappant ähnlich sieht, so dass sie bis auf Huxley[37] und Kölliker[47] stets als gallertartige Bindesubstanz angesehen worden ist. Die dem Epithel zunächst liegenden Zellen, stratum intermedium, Hannover[39], behalten jedoch ihren früheren Charakter bei; von ihnen scheint stets eine Neubildung der Schmelzzellen sowohl wie des gallertartigen Epithelgewebes auszugehen. Die Schmelzzellen sieht man an ihren untern Enden nicht selten mit den Zellen des stratum intermedium zusammenhängen, so dass ein Längenwachsthum der Schmelzzellen vom stratum intermed. aus angenommen werden kann (vgl. Fig. 103 Nr. 2). Die Gallerte des Schmelzorgans (Schmelzpulpa) hat nur eine transitorische, mechanische Bedeutung, indem sie gewissermaassen den Platz für den wachsenden Zahn offen hält. Noch ehe die Schmelzbildung vollendet ist, atrophirt das epitheliale Gallertgewebe vollkommen ebenso wie das stratum intermed. Aeusseres und inneres Epithel liegen nun wieder dicht aneinander (vgl. Fig. 102); letzteres wird bei der Schmelzbildung ganz aufgebraucht, und man kann bei Zähnen, die eben im Durchbruch begriffen sind, nur eine bald mehr-, bald einschichtige Lage ganz abgeplatteter Epithelzellen, die offenbar das äussere Epithel mit einem grösseren oder geringeren Rest des strat. intermed. darstellen, vom Schmelz abziehen. Sowie der Zahn durchbricht, verhornen diese Zellen und bilden die cuticula dentis.

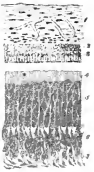


Fig. 102. Vom Längsschnitt eines Milchzahns (Schaffötus). Grenze der Dentinpulpa u. anliegender Theil des Schmelzorgans. $^{200}/_{1}$. 1) Zahnsäckchen. 2) Aeusseres Epithel und stratum intermed., hier mit dem innern Epithel, Schmelzzellen, (3) nach Schwund der Schmelzpulpa vereinigt. 4) Junge Schmelzlage von den Schmelzzellen abgehoben. 5) Dentin. 6) Odontoblasten. 7) Theil der Dentinpulpa.

Die histologisch so merkwürdige Umwandlung eines Theils der epithelialen Zellen des Schmelzorgans in das sternförmige Gallertgewebe hat nach Kölliker[58] nur eine Analogie in den Zellen der äusseren Hülle des Barscheies. Aehnliche Umformungen epithelialer Zellen sind mir zuweilen in den Graaf'schen Follikeln begegnet, doch niemals in solcher Regelmässigkeit. Erneute Untersuchungen lassen mich trotz Kölliker's[58] und Kollmann's[67a] Einspruch an der obigen Darstellung der Bildung der cuticula dentis fest halten. Die geringe Dicke derselben kann nicht als Gegengrund angeführt werden, zumal wenn man, wie ich jetzt mit Hertz[52] zu thun geneigt bin, nur das äussere Epithel als Grundlage der cuticula ansieht.

Die Bildung des Schmelzes ist einzig und allein auf das Schmelzepithel

zurückzuführen, und zwar bilden sich die Schmelzprismen durch directe Verkalkung der langen Cylinderzellen desselben. Dafür spricht zunächst die innige Verbindung der Schmelzzellen mit kleinen Bruchstücken von Schmelzprismen, die als unmittelbare Fortsetzung der Zellen an den letzteren gern haften bleiben (vgl. Fig. 103 Nr. 3). Die Versteinerungsgrenze an den Zellen ist auch durchaus keine lineare, sondern greift oft unregelmässig verschieden tief herab, was ebenfalls nicht für Verkalkung eines Sekrets der Schmelzzellen spricht. Behandelt man jungen Schmelz mit verdünnten Säuren, so quellen die Schmelzprismen etwas auf und nehmen ganz und gar wieder die Form der früheren Cylinderzellen an, auch eine deutliche membranöse Begrenzung an den Längsseiten tritt wieder hervor. Das Schwinden der Kerne bei solchen Verkalkungen und Umwandlungen von Zellen ist etwas so gewöhnliches, dass die Abwesenheit derselben beim Schmelz nicht auffallen kann.



Fig. 103. (starke V.) 1) Verschiedene Formen von Odontoblasten. 2) Drei Schmelzzellen mit einigen anliegenden Zellen von strat. intermed.; zwei Schmelzzellen zeigen Tomes'sche Fortsätze. 3) Schmelzzelle mit einem Stückchen Schmelz. 4) Bruchstücke von Schmelzfasern aus jungem noch weichem Schmelz. (Nadelform). 5) Aeltere Schmelzfasern mit Querstreifen.

Kölliker[58] hat sich jüngst der hier vortretenen Anschauung insofern genähert, als er geneigt scheint, die Schmelzbildung im Sinne von Schwann[23] aufzufassen, der die Schmelzzellen am freien Ende wachsen und den neugewachsenen Theil stets verkalken lässt. Hertz[52] und ich[49] verlegen das Wachsthum der Zellen an das dem stral. interm. zugewendete kernhaltige Ende, was mit den beobachteten Thatsachen, sowie den allgemeinen Wachsthumsverhältnissen der Zellen jedenfalls mehr übereinstimmt; denn der Kern mit dem zunächst umgebenden Protoplasma sind stets diejenigen Theile der Zellen, wo deren Lebenserscheinungen am intensivsten sich abwickeln, während die peripherischen Theile immer dem Absterben oder der Umformung in intercellulare Substanzen etc. entgegen gehen. Dafür spricht schon der beachtenswerthe Umstand, dass bei allen längern Cylinderepithelien mit nur einem Kern, der letztere sich fast stets am aufsitzenden Ende der Zelle, nie am freien, befindet.

Dem Gesagten zufolge ist der Schmelz als das versteinerte Zahnepithel anzusehen, und zwar entspricht seine Hauptmasse der Schleimschicht des Mundepithels, während die cuticula, wenn auch erst durch secundäre Umbildung, den Hornformationen sich anreiht.

Das von Huxley[37] bei der Schmelzbildung beschriebene Häutchen, welches nach Zusatz von H Cl. ziemlich leicht von der Oberfläche des sich bildenden Schmelzes abgehoben wird, ist die jüngste noch am wenigsten Mineralbestandtheile enthaltende Schicht des Schmelzes (Tomes[29]). Dafür spricht das durchlöcherte Aussehen des Häutchens. Die Schmelzzellen petrificiren nämlich zuerst in ihrer Mantelzone; der axiale Theil des Protoplasmas erhält sich noch eine Zeitlang weich,

und bildet an isolirten Zellen eine Art Fortsatz (Tomes'sche Fortsätze der Schmelzzellen[49] (vgl. Fig. 103 Nr. 2). Somit muss die jüngste Schmelzlage eine Anzahl den Tomes'schen Fortsätzen entsprechender Lücken in der Flächenansicht darbieten. Huxley identificirt wohl mit Recht das Häutchen mit der Raschkow'schen Membrana praeformativa, lässt aber fälschlich daraus die Cuticula dentis hervorgehen. Raschkow[14] beschrieb auf der Oberfläche des Dentinkeims ein dünnes, gleichartiges Häutchen, das von Todd-Bowman[35] und Kölliker[58] für eine Basalmembran der Zahnpapille an der Grenze gegen ihr Epithel (die Schmelzzellen) erklärt wird. Huxley[37] und Kölliker[58] finden die Basalmembran auch zwischen Mucosa und äusserem Epithel. Man sieht ein solches Häutchen nur dann, wenn die Schmelzzellen schon eine gewisse Ausbildung erlangt haben, also bereits die Verkalkung beginnt. Hebt man nun durch HCl dieses Häutchen ab, welches die charakteristischen Löcher der Huxley'schen Membran hat, so lässt sich weiter keine homogene Basalmembran auf dem Dentinkeime demonstriren.

Die papillären Vorsprünge des Zahnsäckchens gegen das Schmelzorgan erklären manche Eigenthümlichkeiten im Verlaufe der Schmelzfasern, die wir vorhin berührt haben. Zunächst sind die feinen Querriffe, welche circulär um die Aussenfläche des Schmelzes herumziehen, ohne Weiteres auf die Papillen zurückzuführen. Wenn nämlich gegen Ende der Schmelzbildung die Schmelzpulpa schwindet und äusseres und inneres Epithel unmittelbar an einander zu liegen kommen, so markiren sich die papillären Vorsprünge auch an der Schmelzmembran und natürlich auch an deren Verkalkungsproduct, dem Schmelz. Die Querleistchen des letzteren sind also ganz dieselben Bildungen wie die bekannten feinen Leisten der Fingerkuppen. Da der meiste Schmelz erst gebildet wird, wenn die Schmelzgallerte schon geschwunden ist, also zu einer Zeit, wo die Schmelzmembran bereits die Abdrücke der Papillen zeigt, so dürften sich auch manche Besonderheiten im Verlauf der Schmelzprismen, namentlich die Kreuzungen, Drehungen und Biegungen derselben, sowie die daraus abzuleitenden optischen Phänomene, einfach darauf beziehen lassen.

Zahnbein und Cement. Wie Dursy[67] hervorhebt, zeigt sich die erste Anlage des Dentinkeims sammt dem Zahnsäckchen als dunkler, halbmondförmiger Hof um den Grund der Zahnfurche, resp. des Schmelzkeims, herum gleichzeitig mit diesem und zwar auch als continuirlich durch jede Kieferhälfte sich erstreckende Bildung (vgl. Fig. 100.) Während an einzelnen, den späteren Zähnen entsprechenden Stellen ein mittlerer Theil der jungen Anlage papillenförmig dem Schmelzkeim entgegenwächst, gehen die übrigen Partieen zu Grunde. Von der Basis der Zahnpapille ziehen (auf dem Querschnitt gesehen) die beiden Hörner des Halbmonds eine Strecke weit nach oben und umgeben den Dentinkeim und das Schmelzorgan; es ist das die erste Spur des Zahnsäckchens, welches um diese Zeit aus einem etwas mehr zellen- und gefässreichen Theile des Schleimgewebes der Dentalrinne besteht. Nur zu Anfang der Zahnbildung ist das Zahnsäckchen deutlich ausgeprägt; später, bei den mehr vorgeschrittenen Zahnanlagen, lässt sich keine kapselartige Bindegewebslage um dieselben mehr abgrenzen. Auch der Dentinkeim ist nur eine besondere sehr zellen- und gefässreiche Abtheilung des Schleimgewebes der Dentalrinne. Nachdem derselbe eine gewisse Grösse erreicht hat, bilden sich die an der Peripherie gelegenen Zellen zu den vorhin beschriebenen Odonto-

blasten aus; alsbald gewahrt man auch schon das erste feste Scherbchen von Zahnbeinsubstanz wie eine flache Kappe auf dem Dentinkeim liegen. Die histologische Genese des Zahnbeins muss vollkommen der Bildung der Knochensubstanz parallelisirt werden.

Während immerfort die peripherischen Theile der Odontoblasten sich in leimgebende Grundsubstanz, unter nachfolgender Verkalkung der letzteren, umwandeln und ihre Kerne schwinden, bleibt ihr centraler Theil als mehr oder minder langer Faden in der erhärteten Masse stecken und stellt die erste Anlage einer Zahnfaser dar. Die seitlichen Ausläufer der Odontoblasten vermitteln dabei die zahlreichen Anastomosen der Zahnfasern resp. der Zahnkanälchen. Durch den Pulpafortsatz steht jeder Odontoblast mit den tiefer gelegenen, sich ebenfalls successive vergrössernden Zellen der jungen Pulpa in Verbindung, sodass, wenn ein Odontoblast bis auf das Faserrudiment verknöchert ist, ein anderer an seine Stelle tritt, ohne dass die Continuität der Faser unterbrochen wird. Dem Gesagten zufolge muss also jede Zahnfaser mit ihren Anastomosen als ein Rudiment mehrerer zusammenhängender Odontoblasten angesehen werden. Die zunächst um die Fasern liegenden Schichten der Grundsubstanz wandeln sich, wie nach dem chemischen Verhalten anzunehmen ist, in elastische Masse um und bilden die Neumann'schen Zahnscheiden. Ob auch sie verkalken, dürfte wohl kaum zu entscheiden sein. Somit constituirt sich das Dentin mit allen seinen Bestandtheilen nur aus den chemisch und formell umgewandelten Odontoblasten.

Auf ein weiteres Detail des Verzahnungsprozesses kann hier füglich verzichtet werden, da derselbe die vollständigste Analogie mit der Verknöcherung, soweit dies die Osteoblasten betrifft, darbietet. Vgl. Lief. I. (pag. 99 ff.)

Mit noch mehr Recht gilt diese Analogie für die Bildung des Cements, bei dem die histologischen Vorgänge ganz dieselben sind, wie bei der Ossification aus bindegewebiger Grundlage. Die Grundlage für das Cement ist das lockere, myxomatöse Bindegewebe der Zahnalveole, welches den Zahn zunächst umgiebt; insofern kann man also das Zahnsäckchen für das Matriculargewebe des Cements ansehen. Ein besonderer Cementkeim, wie ihn Robin und Magitot [46] für gewisse Thierspecies (Wiederkäuer, Pachydermen etc.) beschreiben, existirt nach meinen Erfahrungen nicht.

Bei den Thieren mit wechselnden Zähnen findet sich, wie Kölliker [17] nachgewiesen hat, schon bei der ersten Anlage des Schmelzorgans an der medialen Seite des letzteren ein Fortsatz, der entweder vom Halse des Schmelzkeims oder auch von einer tiefern Partie desselben ausgeht und zum Schmelzorgan des bleibenden Zahnes wird (vgl. Fig. 101). Dagegen ist von einem Dentinkeime für den letzteren um diese Zeit nichts wahrzunehmen.

Hertz [52] beschreibt bei mehreren Präparaten eine zweite Einstülpung des Mundepithels oberhalb des Milchzahnschmelzkeims gelegen, die er für den Schmelzkeim der bleibenden Zähne zu halten geneigt ist. Jedoch ist hier noch manches

aufzuklären, namentlich die Bildung der drei letzten Backzähne des Menschen, denen bekanntlich keine Milchzähne vorausgehen.

Die Vorgänge beim Zahnwechsel selbst sind in neuester Zeit durch Kehrer [56] und Lieberkühn [57] näher untersucht worden. Sowie der bleibende Zahn weiter vorrückt, wird die ihn vom Milchzahnsäckchen abschliessende Alveolenwand resorbirt. Sofort beginnt nun eine Wucherung des betreffenden Milchzahnsäckchens, unter deren Einflusse die Zahnwurzel allmählich mit Bildung der bekannten Howship'schen Lakunen bis auf die Krone resorbirt wird. Das junge Granulationsgewebe setzt sich dabei an die Stelle der Milchzahnwurzel. Der Rest der Pulpa des Milchzahns verbindet sich mit dem erodirenden Granulationsgewebe, das nun seinerseits vom wachsenden Zahn verdrängt wird, der dabei den Rest des Milchzahns soweit vorschiebt, dass er ausfällt. Eine Obliteration der Gefässe des Milchzahns findet nicht statt. Der eigentliche Resorptionsvorgang, die Bildung der Howship'schen Lakunen, ist hier ebenso wenig wie bei der Resorption der Knochen aufgeklärt. Kehrer meint, da er Kalkkrümel in dem Protoplasma der jungen Zellen gefunden zu haben glaubt, dass die amöboiden Zellen des Granulationsgewebes durch eine Art »Minirarbeit« ihrer Protoplasmafortsätze das Zahngewebe zerstörten. Das bereits von älteren Anatomen beschriebene Gubernaculum der Ersatzzähne ist nach den Beobachtungen Lieberkühn's nur ein Bindegewebsstrang, der die Alveole durchsetzt, um dem Zahnsäckchen Gefässe und Nerven zuzuführen. Mit dem Dentitionsvorgange selbst steht es in keinerlei Beziehung.

Unsere Kenntnisse von der Entwicklung der einfachen, nur aus Cement, Dentin und wahrscheinlich auch stets aus der Cuticula bestehenden Zähnen, bedürfen einer erneuten Revision. Den Angaben von Owen [25] zufolge sollen sich bei diesen weder Schmelzorgan noch geschlossene Zahnsäckchen bilden*). Ueber das Verhalten des Mundepithels fehlen aber alle genaueren Mittheilungen. Wahrscheinlich bildet dasselbe hier, wie Leydig [36] von einzelnen Species, z. B. Anguis fragilis, berichtet, einen dünnen Ueberzug über die freistehende Zahnpapilla, der später zur Cuticula verhornt. Einer neueren Untersuchung Leydig's [62] zu Folge entstehen bei Salamandra maculosa die Zahnkronen, die jedoch keinen Schmelzbeleg haben, in eigenen Zahnsäckchen, die »im Grunde des Kieferepithels liegen«; die Zahnwurzel bildet sich aus dem unterliegenden Bindegewebe. Leydig erklärt die Substanz der Zahnkronen für eine Cuticularbildung.

Die einfachen Hornzähne weichen in ihrer Bildung von den gewöhnlichen Papillen der Mundschleimhaut mit starkem Hornbezuge nicht ab. Ueber die Genese der mehr zusammengesetzten Formen bei Ornithorhynchus u. A. ist nichts bekannt.

Die erste genauere Kenntniss der Zahngewebe sowie ihrer Entwicklung beginnt mit den Arbeiten Purkyně's und seiner Schüler Fraenkel [13] und Raschkow [14]. Zwar hatte schon Leeuwenhoek [2] die Zahnkanälchen gesehen, auch kannte er ebenso wie J. Hunter [4] das Cement als besondere Substanz, dessen Entdeckung gewöhnlich Blake [15] und Tenon [6] zugeschrieben wird, — doch ist erst seit Purkyně die Kenntniss derselben Allgemeingut geworden. Die Schmelzfasern waren bereits seit Malpighi [1] mehrfach beschrieben. Die genaueste Darstellung vom Bau des Zahn-

*) Owen vindicirt übrigens manchen Thieren Schmelz, bei denen er nicht existirt, z. B. Rana.

beins und Schmelzes, namentlich mit besonderer Berücksichtigung der vielfach auftretenden Linien und Zeichnungen, sowie des Verlaufs der Zahnkanälchen und Schmelzfasern lieferten Retzius [19] und Hannover [39]. Nasmyth [22] und Erdl [27] beschrieben zuerst die Cuticula, Czermak [33] die Interglobularsubstanz; E. Neumann [48] verdanken wir den Nachweis der Zahnscheiden, F. Boll [59] den weiteren Verfolg der Zahnnerven. Am erfolgreichsten hat jedoch in neuerer Zeit Tomes [29, 40] den feineren Bau der Zahngewebe bearbeitet; die Zahnfasern haben erst ein richtiges Verständniss des Dentins eröffnet; früher hatten die Zahnkanälchen in Bezug auf ihren Inhalt ganz das Geschick der Knochenlacunen getheilt, J. Müller [16], Lessing [28]. Auch für die Histogenese der Zahnsubstanzen, sowie für die vergleichende Anatomie lieferte Tomes zahlreiche und werthvolle Beiträge. Für die letztere bleibt immer Owen's [25] prachtvolles Werk die Hauptfundgrube; ausserdem sind Erdl, Hannover, Huxley [37], Agassiz [15] und J. Müller und Henle [20] hier anzureihen. Als die am meisten einer Aufklärung noch bedürftigen Puncte in der Histologie der Zahnsubstanzen müssen die Structur des Schmelzes und das Endverhalten der Zahnnerven bezeichnet werden. — Wenn wir von den Arbeiten Arnold's [12] und Goodsir's [21], welche die Zähne aus freien Papillen im Grunde einer offenen Zahnfurche entstehen liessen, als den ersten durchgreifenden Versuchen einer Erklärung der Zahngenesis absehen, so gebühren unzweifelhaft Marcusen [31], Huxley [37] und Kölliker [47, 58] hierin die meisten Verdienste. Marcusen hat die ersten Anfänge der Zahnbildung fast bis in's Detail richtig dargestellt, er leitete den Schmelz vom Mundhöhlenepithel ab, was auch Huxley immer behauptet hat: Kölliker's genaue Untersuchung stellte die Sache über allen Zweifel fest. Vorher hatten bereits Purkyně, Raschkow das Schmelzorgan, Schwann [23] die Schmelzzellen und Odontoblasten, Lent [38] und Kölliker [58] die Zahnbeinfortsätze der letzteren nachgewiesen. Das äussere Epithel ist ebenfalls von Marcusen richtig beschrieben und gedeutet worden. Alle späteren Beobachter, Nasmyth, Huxley, Natalis Guillot [44], Todd-Bowman [35], Robin und Magitot [46] haben trotz ihrer zum Theil sehr genauen Beschreibungen dieses Epithels nichts Neues hinzugefügt. Die papillären Fortsätze der Zahnsäckchenwand sammt den zwischen ihnen liegenden Einsenkungen des äusseren Epithels, die vielfach als drüsige Bildungen des letzteren angesehen wurden, hat Dursy [67] bis auf den Schmelzkeim und von da bis zu den Papillen der Kieferschleimhaut verfolgt. Der Beschreibung und Abbildung nach zu urtheilen muss bereits Hérissant [3] die Papillen, die er für Schmelz absondernde Drüsen erklärt, gesehen haben. Ihre Bedeutung für die Schmelzbildung ist noch nicht ausreichend gewürdigt worden. Die meisten streitigen Puncte warten noch auf dem Gebiet der Histogenese des Zahnbeins und des Schmelzes ihrer Erledigung. Kölliker [58], dem sich für das Zahnbein Hertz [52], für den Schmelz Kollmann [67a] anschliessen, betrachtet noch beide Substanzen als eine erhärtende Ausscheidung der Odontoblasten resp. der Schmelzzellen, während Tomes, Hertz und Wenzel [66] (bei den stets nachwachsenden Schneidezähnen der Nager) für den Schmelz, Boll neuerdings für das Zahnbein der im Text vertretenen Ansicht zustimmen. Kollmann giebt auch den freien Enden der Schmelzzellen eine Membran »Deckel«; die zusammenhängenden Deckel bilden die membrana praef. und später, verkalkt, die cuticula dentis.

In dem nachfolgenden Literaturverzeichniss sind ausser den neuesten Arbeiten nur diejenigen angeführt worden, welche entweder ausführlichere, zusammenhängende Darstellungen geben oder etwas wesentlich Neues bringen. Nachweise der älteren Literatur findet man besonders bei Hérissant, Henle [26] und Robin und Magitot.

Literatur.

1) Malpighi, Anatome plantarum. Lugd. Batav., 1687.
2) Leeuwenhoek, Philos. Transact., 1678. — Opera omnia. Lugd. Batav., 1722. T. I.
3) Hérissant, Nouvelles recherches sur la formation de l'émail des dents et sur celle des gencives. Mém. de l'Acad. de Paris, 1754.
4) J. Hunter, the natural history of the teeth. London 1778. Deutsch, Leipzig, 1780.
5) Blake, de dentium formatione et structura. Edinburgh, 1798.
6) Tenon, Mém. de l'institut national, an VI.
7) Schreger, Isenflamm's und Rosenmüller's Beiträge. 1800
8) Serres, Essai sur l'Anatomie et la physiologie des dents, Paris, 1817.
9) Heusinger, Histologie. 1822. (Hornzähne.)
10) F. Cuvier, des dents des Mammifères considerées comme charactères zoologiques. Paris, 1825.
11) E. Rousseau, Anatomie comparée du système dentaire cet. Paris, 1827.
12) Arnold, Salzburger med. Zeitung, 1831.
13) Fränkel, de penitiori dentium humanorum structura observ. Diss. inaug. Vratisl., 1835.
14) Raschkow, Meletemata circa mammalium dentium evolutionem. Diss. inaug. Vratisl. 1835.
15) Agassiz, Recherches sur les poissons fossiles. 1832 ff.
16) J. Müller, Archiv. 1836 pg. III und Poggendorff's Annal. XXXVIII.
19) Retzius, Müller's Arch. 1837.
20) Henle und J. Müller, Systemat. Beschreibung der Plagiostomen. 1838.
21) Goodsir, on the origin and development of the Pulp and Sacs of the human teeth. Edinb. med. and surg. Journ. 1838.
22) Nasmyth, Med. chirurg. Transact., vol. 22. 1839.
23) Schwann, Mikrosk. Unters. etc. Berlin, 1839.
24) Gerber, Handbuch der allg. Anatomie. 1840.
25) Owen, Odontography. London, 1840—1845.
26) Henle, Allgemeine Anatomie. 1841.
27) Erdl, Abhdlgn. der kgl. bayr. Akad. der Wissenschaften, Math. natw. Klasse. München 1841. (Zähne der Nagethiere.)
28) Lessing, Verhandl. der naturw. Gesellschaft in Hamburg. 1845.
29) Tomes, a course of lectures on dental physiology and surgery. London 1848. Ders. a system of dentistry, übers. von zur Nedden. Nürnberg, 1862. — Ders. London Phil. Transact. 1849 (Beutelthiere). ibid. 1850 (Nager).
30) Krukenberg, Müller's Arch. 1849. (Anastomosen der Zahnkanälchen.)
31) Marcusen, Ueber die Entwicklung der Zähne der Säugethiere. Bullet. de la cl. phys.-math. de l'Acad. imper. de St. Petersbourg, 1849.
32) Hassall, Microscopic anatomy of the human body. Lond. 1849.
33) Czermak, Beiträge zur mikrosk. Anatomie d. menschl. Zähne. Zeitschrift f. wiss. Zool. 1850.
34) Todd, Cyclopaed. of anat. and physiol. Art. Teeth. vol. IV. (Owen) 1852.
35) Todd-Bowman, Physiological anatomy. vol. II.
36) Leydig, Ueber die Verknöcherung der Schleimhaut der Mund- und Rachenhöhle des Polypterus. Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1854, und Lehrbuch der Histologie. 1857.
37) Huxley in Quarterly Journ. of Microscop. Sc. 1854. 1855. 1857.
38) Lent, Beiträge zur Entwicklung des Schmelzes und Zahnbeins. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1854. VI.
39) Hannover, Die Entwicklung und der Bau des Säugethierzahns. Nova acta Acad. Caes. Leop. Natur. Curios. Breslau und Bonn. 1856.
40) Tomes, On the presence of fibrils of soft tissue in the dentinal tubes. Lond. Philos. Transact. 1846. P. II.
41) Welcker, Bemerkungen zur Mikrographie. Ztschr. f. rat. Med. N. Folge. Bd. 8.
42) Kölliker, Mikroskopische Anatomie.
43) Fürstenberg, Ueber einige Zellen mit verdickten Wänden im Thierkörper. Müller's Arch. 1857.
44) Natalis Guillot, Ann. des sc. nat. (Zool.) IV. Série. 1858. T. IX.
45) Kölliker. Ueber verschiedene Typen in der mikrosk. Structur des Skelets der Knochenfische. Würzburger Vhdlg. 1859. IX.

46) Robin et Magitot, Journ. de la physiol. Paris 1860. T. III et IV. 1861. (Sehr ausführliche Abhandlung.)
47) Kölliker, die Entwicklung der Zahnsäckchen der Wiederkäuer. Zeitschr. f. wiss. Zool. 1863. — Gewebelehre. 4. Aufl.
48) E. Neumann, Beitrag zur Kenntniss des normalen Zahn- und Knochengewebes. Leipzig, 1863.
49) Waldeyer, Unters. über die Entwicklung der Zähne. I. Abth. Königsberger med. Jahrbücher. IV. Bd. 1864. II. Abth. Zeitschr. f. rat. Med. III. R. 24. Bd. 1865.
50) Beigel, Ueber eine neue Untersuchungsmethode der anatom. Zahnverhältnisse. Berl. klin. Wochenschrift. 1865. Nr. 47.
51) Salter, Arch. of dentistry. 1865.
52) H. Hertz, Untersuchungen über den feineren Bau und die Entwicklung der Zähne. Virch. Arch. 1866. Bd. 37. — Id. Ein Fall von geheilter Zahnfractur mit nachfolgender Schmelzbildung. Virch. Arch. 1866. 38. Bd.
53) Hohl, Knochenkörperchen mit eigenthümlichen Kapseln in der Zahnpulpa. Arch. f. mikrosk. Anat. 1866.
54) Bruch, Untersuch. über die Entwicklung der Gewebe etc. Frankfurt, 1867. Lief. 2.
55) Ray Lankester, Quart. Journ. of Mikroskop. Sc. 1867 (Zähne von Mikropteron mit vorherrschender Cementbildung.)
56) Kehrer, Ueber die Vorgänge beim Zahnwechsel. Centralbl. f. d. med. Wissensch. Berlin, 1867. Nr. 47.
57) Lieberkühn, Ueber Wachsthum und Resurption der Knochen. Marburger Univers. Programm. 1867.
58) Kölliker, Gewebelehre, 5. Aufl. 1868.
59) F. Boll, Untersuchungen über die Zahnpulpa. Arch. f. mikrosk. Anat. IV. 1868.
60) Hohl, Die Befestigung des Zahnes in der Alveole. Deutsche Vierteljahrsschr. f. Zahnheilkunde. 1867. p. 15.
61) Pflüger, M. (Hamburg), Entwicklungsgesch. d. Zähne. Deutsche Vierteljahrsschr. für Zahnhlkde. 1867.
62) Leydig, Ueber die Molche der Würtembergischen Fauna. Troschel's Arch. f. Naturgesch. 1867. p. 163. (Entwicklung der Zähne der Salamandrinen.)
63) Cutler, S. in »Dental Cosmos« 1867. September. s. ferner Deutsche Vierteljahrsschr. f. Zahnheilkunde. Januar 1869. p. 65 u. 69
64) Mühlreiter, Beitrag zur Kenntniss der Anordnung der Dentinzellen. Deutsche Viert. f. Zahnhlkde. Juli 1868. p. 168.
65) Inzani, Giov. Ueber die Nerven der Cornea und der Zähne. Riv. clin. VII. p. 109. 1868.
66) Wenzel, Untersuchungen über das Schmelzorgan und den Schmelz etc. Arch. d. Hlkde. 1868. p. 97.
67) E. Dursy, Zur Entwicklungsgeschichte des Kopfes (mit Atlas). Tübingen 1869. p. 211.
67a) Kollmann, Ueber das Schmelzoberhäutchen und die Membrana praeformativa. Sitzungsbericht der Münchener Akademie. Math. phys. Cl. I. 2. 1869. 6. Februar.
Ueber das chemische Verhalten der Zahnsubstanzen vgl. man besonders:
68) v. Bibra, Chemische Untersuchungen über die Knochen und Zähne. Schweinfurt, 1844.
69) Hoppe-Seyler, Virchow's Arch. Bd. 5 und Band 24. (Zahnschmelz.)
70) Zalesky, Ueber die Zusammensetzung der Knochen des Menschen etc. in Hoppe-Seyler's Med. Chem. Untersuchungen. Hft. 1. 1866.

Capitel XVI.

Der Darmkanal.[1]

Von

E. Klein und E. Verson.

A. Mundhöhle. Von E. Klein.

Mit der Lippe des Menschen beginnt die Schleimhaut der Mundhöhle als directe Fortsetzung des äusseren Integuments.

Man kann an derselben drei anatomisch verschiedene Theile[2] unterscheiden: einen Oberhauttheil, einen Uebergangstheil und einen Schleimhauttheil.

Der Uebergangstheil grenzt sich vom Oberhauttheil durch den rothen Lippenrand und von dem Schleimhauttheil durch die höchste Convexität der Lippe ab, so dass also der bei geschlossenem Munde sichtbare rothe Abschnitt der Lippe den Uebergangstheil darstellt.

Der Oberhauttheil zeigt eine dünne Epidermisschichte, die aus einer oder zwei Lagen eng mit einander verschmolzener Epithelialblättchen besteht, auf diese folgt nach innen eine wenig mächtige Schleimschichte, in der rundliche, kleine Zellen mit relativ grossen Kernen angetroffen werden.

Die auf die letztere folgende Cutis ist aus Faserbündeln zusammengesetzt, die sich einander durchflechten, und den Hauptzügen nach gegen den freien Lippenrand gerichtet sind. — Die Fasern, welche diese Bündel bilden, sind zum grössten Theile feine Bindegewebsfasern, zwischen welchen vereinzelte oder auch mehrere miteinander verflochtene elastische Fasern verlaufen.

Die der Epidermis zugewendete Fläche der Cutis zeigt in Reihen ziemlich

1) Die Darstellung dieses Abschnittes stützt sich auf Arbeiten, welche die Herren Verfasser für die Zwecke des Buches in meinem Laboratorium ausgeführt haben. S. Stricker.

2) E. Klein, zur Kenntniss des Baues der Mundlippen des neugebornen Kindes. Sitzungsberichte der k. k. Akad. der Wissenschaften in Wien, Dezemberheft 1868.

dicht nebeneinander stehende cylindrische oder kegelförmige, kleine, gefässhaltige Papillen, welche etwas über die halbe Höhe der Schleimschichte in diese hineinragen. — Die Nerven und Gefässstämme kommen aus dem subcutanen Gewebe oder aus dem Schleimhaut- und Uebergangstheil, treten zwischen den Muskelbündeln hervor und biegen unter nahezu rechten Winkeln in die Cutis ein. Haare und Talgdrüsen sind in ziemlich grosser Menge und in nahezu gleichen Abständen auf verschiedene Tiefen in das Gewebe eingepflanzt.

Die Haarbälge an der Oberlippe sind mit ihrem Grunde schief nach abwärts, in der Unterlippe jedoch schief nach aufwärts gerichtet.

Das Aufhören der Haarbälge und Talgdrüsen, — die bis nahe an das Epithel keilförmig sich vorschiebenden Bündel des orbicularis oris, die auffallend grössere Durchsichtigkeit der oberflächlichsten Zellen, die Anordnung der Formelemente überhaupt und endlich der Gefässreichthum unterscheiden den Uebergangs- vom Oberhauttheil.

Das Epithel als Ganzes bleibt eine kurze Strecke von der Gegend des letzten Haarbalges angefangen, eben so tief wie am Oberhauttheil, nimmt aber dann rasch an Stärke zu. Die obersten Zellen sind anfangs stark abgeplattet, mit einander eng verschmolzen, ohne sichtbare Kerne, bleiben dann tiefer noch tafelförmig, werden aber etwas in die Länge gezogen und besitzen schon je einen deutlichen, meist länglichen Kern; die mittleren Lagen nehmen gegen die Tiefe an Höhendurchmesser zu, was sie an Breite verlieren, und ihre Kerne werden rundlich; die tiefsten Zellen endlich sind rund, ihre Kerne relativ gross, rundlich oder unregelmässig.

Die Hauptfaserlage dieses Uebergangstheiles ist zumeist aus breiten, glänzenden, gegen Essigsäure ziemlich widerstandsfähigen, zu einem dichten und strammen Netze verflochtenen und zu Bündeln vereinigten Fasern gebildet. An vielen Stellen weichen diese Bündel auseinander, um die hier sehr zahlreichen, zumeist horizontal verlaufenden Gefässstämme passiren zu lassen.

Die Dicke dieser Schichte ist gleich mit dem Aufhören der Haarbälge am geringsten, nimmt dann allmählig zu und wird am Anfange des Schleimhauttheiles am mächtigsten. — Ihre Oberfläche ist mit nicht sehr zahlreichen, dünnen, länglichen, oben oft knopfförmig aufgetriebenen, schiefstehenden, gefässhaltigen Papillen besetzt.

Zwischen der genannten Faserlage und dem submucösen Gewebe des Schleimhauttheiles, meist jedoch im Beginn des letzteren liegt der Stamm der Arteria und vena coronaria eingebettet, von dem sich grössere und kleinere Zweige ablösen, um unter dem Epithel ein Netz zu bilden, aus welchem die Gefässe für die Papillen hervorgehen.

Der dritte Theil der Lippe, der Schleimhauttheil, besitzt ein Epithel, das an Mächtigkeit jenes der beiden früheren Theile weit übertrifft; nimmt aber dann nach der Umbiegung nach hinten wieder rasch ab. Es besitzt hier die für geschichtete Pflasterepithelien charakteristischen Lagen: Die obersten Zellen sind abgeplattet, tafelförmig, mit einem abgeplatteten, zumeist länglichen,

seltener rundlichen Kern; darunter liegen Zellen, die anfangs breiter als hoch sind, gegen die Tiefe immer mehr polyedrisch werden und dann folgen endlich die tiefsten, wie Pallisaden angeordneten Zellen.

Viele von diesen Zellen zeigen an ihrer Oberfläche Riffe oder Stacheln, vermöge welcher zwei benachbarte Zellen sich wie durch eine Zahnnaht verbinden.

Das Gewebe der Mucosa besteht aus feineren und aus breiteren Fasern; die ersteren sind entweder zu Bündeln vereinigt oder sie durchsetzen als feinere, elastische Fasern einzeln oder paarweise in wellenförmigen oder auch vielfach geschlungenen Touren die sich kreuzenden und miteinander verflochtenen Bündel. Ausserdem kommen breite, glänzende, stark geschlängelt verlaufende Fasern vor.

Wo im Allgemeinen die Fasern der Mucosa eine ausgesprochene Verlaufsrichtung haben, ist es die horinzontale, von einer Seite der Lippe zur anderen. Ausserdem ziehen zahlreiche Bündel durch die Muskulatur zu dem subcutanen Gewebe des Uebergangstheiles. Gegen die Muskelbündel zu ändert sich das Gefüge, es wird weniger dicht, die Schleimhaut geht in submucöses Gewebe über.

Die Mucosa ragt mit kegelförmigen, grösstentheils ungetheilten, seltener zwei oder dreifach getheilten, an ihrer breiten Basis häufig zusammenstossenden Papillen in das Epithel hinein; die längsten von ihnen (0.525—0.63 Millim. lang) — stehen am Anfange des Schleimhauttheiles; an der hinteren Fläche werden sie mit dem Abnehmen der Epithelstärke ebenfalls kleiner und behalten da die Länge von etwas über die Hälfte der Höhe des Epithels.

Die Epithelzellen, welche sich über den Papillen befinden, sind dachziegelförmig übereinander gelagert und stärker abgeplattet, daher auch bedeutend niedriger als die in gleicher Höhe zwischen den Papillen gelagerten Zellen.

An den ersten zwei oder drei Reihen Papillen am Anfange des Schleimhauttheiles ist die Epitheloberfläche ferner in Gestalt eines kleinen Hügels erhaben; ja öfters ragen bei Neugebornen die Papillen an diesen Stellen der Lippe und an den Mundwinkeln bis zu 1 Millim. über das Niveau des Epithels hervor.

Die Drüsen, welche im submucösen Gewebe des Schleimhauttheiles vorkommen, beginnen erst hinter der höchsten Convexität der Lippe und zwar an der Stelle, an welcher das Epithel in seiner Dicke constant zu bleiben anfängt. Es sind dies acinöse Drüsen, welche im Allgemeinen mit den Speicheldrüsen übereinstimmen. Es sind hier jedoch unsere Kenntnisse noch nicht so weit gefördert, um aussagen zu können, dass sich die in neuester Zeit an den Speicheldrüsen aufgedeckten Verhältnisse auch hier wiederholen. An der Oberfläche der Schleimhaut, resp. des Epithels, münden diese Drüsen mit engen Ausführungsgängen. Je ein solcher stellt einen von einer structurlosen Membran begränzten Kanal dar, in welchen sich das geschichtete Pflasterepithel meist nur bis in die Tiefe der Gesammtepithellage fortsetzt; in seinem ferneren Theile ist er

von einem einfachen, cylindrischen Epithel ausgekleidet. Nachdem er die Mucosa im geschlängelten Verlaufe und in schiefer Richtung durchsetzt hat, schickt er im submucösen Gewebe zahlreiche und sich wiederholt theilende Seitenäste aus, die endlich in den einzelnen Acinis enden. Die Acini eines grösseren Astes sind durch Bindegewebsbündel des submucösen Gewebes zu einem Läppchen und diese weiterhin zu Lappen vereinigt. Die Bündel und Fasern, die ein Läppchen oder einen Lappen begrenzen, und in deren Maschen eben die einzelnen Acini eingesenkt sind, begleiten auch den Ausführungsgang als dessen Scheide in die Mucosa.

Das Maschenwerk der aus feinen Bindegewebsfasern zusammengesetzten Bündel der Submucosa, welches nebst feinen vielfach geschlängelten, elastischen Fasern das Gerüste der Drüsen bildet, ist zugleich der Träger von kleineren Nervenstämmchen, sowie des dichten Capillargefässsystemes, das die Drüsenacini umspinnt.

In diesem Gewebe liegen theils vereinzelt zwischen den feinen Bindegewebsfasern eines Bündels theils in grösserer Menge neben und um die Acini herum den Lymphkörperchen ähnliche Zellen, sowie grössere, grobkörnige, unregelmässig gestaltete, gewöhnlich einen kleinen Kern bergende Protoplasmakörper.

Sebastian [1] zählte an einer Unterlippe allein 57 Drüsen, in anderen Fällen bald 13, bald 21 jener Drüschen; ihr Durchmesser beträgt $^1/_2$—$1\,^1/_2'''$ und darüber; sie sind übrigens im Allgemeinen um so grösser, je geringer ihre Zahl ist; diese ist ferner am grössten bei Kindern und nimmt mit dem Alter ab.

In der kindlichen [2] Unterlippe stehen sie in 4—5 Reihen neben respective über einander. In der Oberlippe überschreitet ihre Zahl selten mehr als drei, zur Seite der Mundwinkel fehlen [3] sie gänzlich. Beim Kinde finde ich sie in der Unterlippe grösser, als in der Oberlippe.

Im submucösen Gewebe des Schleimhauttheiles finden sich nebst den Drüsen noch grössere Gefäss- und Nervenstämme, letztere verlaufen grösstentheils vertical, senken kleinere Stämmchen in die Schleimhaut, die sich wiederholt verzweigen und deren einzelne Zweigchen bis nahe an das Epithel zu verfolgen sind.

Die Nerven der Papillen sind nicht genau erforscht. Nach W. Krause finden sich an den Lippen vieler Säugethiere sogenannte Endkolben, Gebilde, über deren Natur bekanntlich gestritten wird [4].

Kölliker [5] hat an den Lippenpapillen, und zwar nur des Theiles, der bei geschlossenem Munde sichtbar ist, auch Tastkörperchen und in einem Falle in kleinen Papillen oder an der Basis der grösseren Nervenknänel gesehen.

Auch Gerlach [6] schreibt den Papillen der Lippenränder Tastkörperchen zu.

---

1) Sebastian, Recherches anatomiques, physiologiques, pathologiques et semeiologiques sur les glands labiales. Groeningen und Bremen 1842. 4.
2) E. Klein, l. c. 3) Henle, Splanchnologie, T. 138.
4) W. Krause, die terminalen Körperchen, Hannover 1860.
5) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. IV. Heft 1. pag. 43.
6) Handbuch der allgem. u. speciellen Gewebelehre des menschl. Körpers. Mainz, 2. Afl.

Zwischen dem submucösen Gewebe des Schleimhauttheiles und dem subcutanen des Oberhauttheiles liegen die Bündel des musculus sphincter oris eingeschaltet. Nach C. Langer[1] hat die Musculatur jederseits drei Radiationspuncte, von denen aus sie gegen die Mitte zieht, und zwar die Mundwinkel und die beiden musculi incisivi; von den Mundwinkeln gehen die Fasern geschichtet zu den Lippen, ein Theil endigt, ohne die Symmetrieebene zu überschreiten, auf seiner Seite in der Cutis, ein anderer geht über diese hinweg, um in der Lippenhaut der anderen Seite zu endigen, und nur ein Theil der Fasern endlich heftet sich an dem Incisivusansatze auch am Knochen derselben Seite fest. Nach Langer verlieren sich ferner die in die Cutis einziehenden Fasern des sphincter oris in dem Netze der Fasern derselben. Woodham Webb[2] hat ebenfalls früher schon in den Lippen des Menschen quergestreiftes Muskelgewebe nachgewiesen, von welchem sich äusserst zarte Bündelchen bis an die Papillen der Cutis erstrecken und daselbst verlieren. Man kann sich durch gut geführte Schnitte überzeugen, dass ein Theil der Muskelfasern, welche Langer und Woodham Webb in die Cutis einziehen lassen, einem eigenen Systeme von Muskelfasern (compressor labii) angehören, welche in den Zwischenräumen der ersten 5—7 übereinanderstehenden Reihen von Haarbälgen beginnen, im subcutanen Gewebe sich zu 4—5 Bündelchen ordnen, in sehr mässig gekrümmten Bogen zwischen den Bündeln des Sphincter hindurchziehen, am Eintritte in den Schleimhauttheil, resp. in dessen Submucosa sich zu je 2 und 3 Bündeln kreuzen, um alsdann fächerförmig in die Schleimhaut selbst, seltener in den Uebergangstheil einzugehen.

Die einzelnen Muskelfasern lassen sich sowohl für den Schleimhauttheil — wie auch für den Oberhauttheil bis ganz hart an das Epithel, resp. bis zur Basis der Papillen verfolgen. Das Sarcolemma zieht als dünner Faden noch eine kurze Strecke zwischen den Fasern der Mucosa resp. Cutis fort. In dem Oberhauttheile kreuzen sich die Muskelfasern stellenweise am Grunde eines Haarbalges, an anderen Stellen lassen sie sich an der Wand der Haarbälge bis nahe an das Rete verfolgen.

Dieser Muskel ist in der Medianlinie der Unterlippe stärker ausgebildet als an den Seitentheilen, was für die Oberlippe, wo er überhaupt schwächer ist, im umgekehrten Sinne gilt. An den Seitentheilen ist seine Verlaufsrichtung radiär gegen die Mundspalte, auch ist hier sein Endigungs- und Ursprungsareal grösser.

An den Mundwinkeln schlägt sich die Schleimhaut auf die innere Fläche des Buccinator und zieht als Wangenschleimhaut nach hinten bis zum vorderen Rande des verticalen Unterkieferastes, ohne in ihrem Baue wesentliche Veränderungen zu erleiden. Ihr Epithel zeigt die am Schleimhauttheile der

1) C. Langer. Ueber den Musculus orbicularis oris. Wiener medicinische Jahrbücher, Heft II. und Zeitschrift der Gesellschaft der Aerzte. Wien 1861.

2) Woodham Webb. On striated muscular Fibres in the Skin of the human lip. Quart. Journ. of Med. Sc. London 1857, Jan. Vol. V, p. 89. Plate VII, Fig 16.

Lippe beschriebene Höhe und Formation, nur ist die Anzahl der Riffzellen in den mittleren Lagen der Wangenschleimhaut bedeutend grösser als an der Lippe.

Die Form der Papillen, mit denen die Mucosa in das Epithel hineinragt, ist unregelmässig, sie sind oft kegelförmig mit aufgetriebener Spitze oder fadenförmig ausgezogen. An ihrer Basis sind sie relativ breit. Ihre Höhe ist wechselnd, bald die halbe Höhe des Epithels betragend, bald die untere Epithelgrenze nur wenig erhebend. Die Mucosa ist unter dem Epithel am dichtesten, man erkennt dieselbe Anordnung der Elemente wie an der Lippe. Gegen den Musc. buccinatorius wird sie locker. Ihre Bündel stehen ganz so wie an der Lippe mit denen des subcutanen Gewebes in Verbindung.

Die Drüsen der Wangenschleimhaut (Glandulae buccales) sind sehr selten, in grossen Abständen nur vereinzelt aufzufinden; in der Gegend der Ausmündungsstelle des Ductus Stenonianus münden die unter dem Namen der Glandulae molares[1] bekannten Drüsen. Sie sind nach Ward 2 bis 4 an Zahl, liegen zwischen dem Muscul. masseter und Buccinator, sind grösser und aus mehr Läppchen zusammengesetzt als die übrigen Drüsen der Mundhöhlenschleimhaut.

Beim Umschlagen von der Lippe auf die vordere Fläche der Kiefer bildet die Schleimhaut in der Medianlinie für die Ober- und Unterlippe je eine kleine Duplicatur, die Lippenbändchen.

Das Epithel der Schleimhaut ist hier dünner, die Papillen sind kleiner und nicht häufig; die Mucosa selbst ist unansehnlich. In ihrem Gewebe finden sich relativ zahlreiche Gefässe und eine ansehnliche Menge feiner unregelmässig verlaufender, elastischer Fasern.

Der Theil der Schleimhaut, der die Alveolarfortsätze der Kiefer überkleidet und die Zähne an ihrem Halse umschliesst, nach vorne in die Schleimhaut der Lippen, nach hinten am Dache der Mundhöhle in die des harten Gaumens und unten in die des Bodens der Mundhöhle übergeht, heisst Zahnfleisch (Gingiva).

Das Zahnfleisch ist wegen seines Reichthums an sehnigen Bindegewebsbündeln derber und fester als die Schleimhaut an irgend einer andern Stelle der Mundhöhle; sie ist zugleich durch die directe Fortsetzung von Sehnenbündeln des Periosts in die Mucosa innig an den Knochen angeheftet.

Das Epithel des Zahnfleisches ist ein geschichtetes Pflasterepithel, das die ausgeprägtesten Riffzellen zeigt. Die obersten Zellen sind stark abgeflacht; nach abwärts nehmen sie ziemlich rasch an Höhe zu und zeigen besonders prächtige Riffe. Die tiefste Zellenlage endlich ist cylindrisch, nach oben konisch zugespitzt.

Die Papillen der Mucosa sind alle an der Basis verhältnissmässig

1) N. Ward, Saliv. glands. Todds cyclopaed. V. II. p. 422.

breit, ungleich hoch, oben konisch zugespitzt oder abgerundet, bald getheilt, bald ungetheilt.

Das Gewebe der Mucosa ist derb und besteht aus breiten Bindegewebsbündeln, deren Fasern gestreckt verlaufen. Daneben kommt eine nicht bedeutende Anzahl von feinen und breiteren, stark geschlängelt verlaufenden elastischen Elementen vor. — Man kann an der Schleimhaut der Gingiva drei besondere Faserzüge unterscheiden: *a.* Faserbündel, welche parallel zur Oberfläche in horizontaler Richtung von rechts nach links verlaufen, dabei sich in kleinere Bündelchen auflösen, die sich nach mehrmaliger Kreuzung zu neuen grösseren Bündeln wieder vereinigen; diese prävaliren an der vorderen Fläche des Alveolarfortsatzes über die folgenden zwei Arten; *b.* Faserbündel, die vom Periost des Knochens herstammend, zuerst zu grösseren Bündeln vereinigt sind, sodann fächerförmig in kleinere Bündel zerfahrend in horizontaler Richtung von hinten nach vorne, resp. von vorne nach hinten gegen das Epithel verlaufen. Nahe beim Epithel lösen sich diese kleineren Bündel in die einzelnen Fasern auf, welche anscheinend zwischen die Zellen der tiefsten Epithellagen eindringen; *c.* Endlich finden sich Faserbündel, welche vertical von oben nach unten, resp. von unten nach oben verlaufen und sich im Uebrigen wie die sub *a* angeführten verhalten.

Am hinteren Theile der Gingiva des Oberkiefers, wo sie in die Schleimhaut des harten Gaumens übergeht, durchkreuzen sich alle drei Arten dieser Fasern vielfach.

Nerven sind in der Mucosa des Zahnfleisches nicht zahlreich zu finden.

Die Schleimhaut des harten Gaumens weicht in ihrem Baue in vielen Puncten von dem des Zahnfleisches ab. Das geschichtete Pflasterepithel, anfangs niedriger als am Zahnfleische, nimmt nach hinten allmählig an Tiefe zu. In seinen mittleren Lagen wechselt die Menge der Riffzellen von Stelle zu Stelle. Die Papillen, die von der Schleimhaut in das Epithel hineinragen, sind am Anfange des harten Gaumens bei Weitem nicht so häufig, wie an der Gingiva. Oft findet man, besonders in der Medianlinie, in der Umgebung des Foramen incisivum, auf ganze Strecken die Papillen nur in Form von seltenen schwachen Einbiegungen der unteren Epithelgrenze angedeutet. — Nach hinten nehmen die Papillen an Zahl und Höhe etwas zu, obwohl sie auch an einzelnen Stellen des hintersten Drittels nicht viel grösser sind, als ganz vorn am harten Gaumen.

Die auf das Epithel folgende Schleimhaut ist am schwächsten in der Medianlinie des vorderen Drittels; an den äusseren Theilen ist sie im Allgemeinen überall stärker, als in den mittleren, und nimmt ausserdem nach hinten an Mächtigkeit zu.

Die Faserbündel verhalten sich in Bezug auf ihre Verlaufsrichtung im Allgemeinen so, als ob sie von dem bogenförmig gekrümmten Alveolarfortsatze des Oberkiefers gegen die Medianlinie des harten Gaumens ausstrahlen wür-

den; es verlaufen somit die im vorderen Theile der Schleimhaut von vorne nach hinten, im hinteren von einer Seite zur andern.

Ihre Elemente sind am vordersten Theile zumeist breitere Fasern, die unter dem Epithel zu dichten Netzen vereinigt sind; entfernter vom Epithel finden sich lockere Bindegewebsmaschenwerke als submucöses Gewebe, dessen Stränge gegen den Knochen zu sich immer dichter verflechten, endlich mit dem Periost sich verbinden. — Im mittleren und hinteren Drittel ist die Schleimhaut unter dem Epithel locker, entfernter davon verweben sich die Bindegewebsbündel zu einem dichten Filz und weichen im submucösen Gewebe zu grösseren oder kleineren Maschen auseinander. An den Seitentheilen sind im submucösen Gewebe Fettzellen vorhanden, deren Menge im mittleren Drittel am grössten ist.

Im submucösen Gewebe des vorderen Drittels in der Medianlinie und im äusseren Theile verlaufen die Gefässe und Nerven, erstere prävalirend in longitudinaler, letztere in querer Richtung. Je mehr man nach aussen kommt, desto grösser wird die Anzahl der Nervenstämme, deren kleinere Zweige in die Mucosa einbiegen.

Im mittleren Theile des harten Gaumens, und da zuerst nach aussen, treten im submucösen Gewebe acinöse Drüsen auf, die anfangs vereinzelt stehen, weiter nach hinten aber sich in Längsreihen stellen, und zwar entweder bloss in einer oder (gegen den hinteren äusseren Theil des mittleren Drittels) auch in zwei Schichten. Szontagh zählte an einem harten Gaumen 250 Drüsen[1].

Nachdem die Schleimhaut der Mundhöhle den harten Gaumen überzogen hat, bildet sie eine muskulöse Falte — das Gaumensegel oder den weichen Gaumen, der beim Menschen eine kegelförmige mediane Verlängerung, Uvula, hat und mit der Schleimhaut der Nasenhöhle in Verbindung steht. Nach der Seite und abwärts setzt sich die Schleimhaut des weichen Gaumens als arcus palatoglossus in die der Zungenwurzel, und als arcus palato-pharyngeus in die des Pharynx fort.

Beim Neugebornen ist an der Spitze des Zäpfchens und nächst derselben das Epithel ringsherum ein geschichtetes Pflasterepithel; an der hinteren, resp. oberen Fläche ist höher hinauf ein geschichtetes, cylindrisches Flimmerepithel. Da sind nämlich die obersten Zellen mit kurzen Härchen besetzt, kegelförmig mit nach der Tiefe gerichteter Spitze, ihre Kerne rundlich oder seitlich abgeplattet; darauf folgen spindelförmige oder längsovale Zellen und endlich solche, die seitlich abgeplattet sind.

Der Uebergang des geschichteten Pflasterepithels in das geschichtete cylindrische Flimmerepithel geschieht in der Weise, dass die mittleren Zellenlagen an Zahl abnehmen, dabei mit ihrem kürzesten Durchmesser nicht wie früher senkrecht, sondern parallel zur Oberfläche gestellt sind, dass ferner die ober-

1) Szontagh, Beiträge zur feineren Anatomie des menschlichen Gaumens. Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wissensch. Märzheft 1866.

sten abgeplatteten Zellen aufhören und durch Cylinderzellen ersetzt werden, welche an Zahl zunehmen, je weiter man sich vor der Spitze der Uvula entfernt.

An der hinteren Fläche der Uvula und des Gaumens des Neugebornen findet man übrigens schon zahlreiche, vereinzelte Stellen, mit ausgebildetem, geschichtetem Pflasterepithel, sowie Uebergangsformen zwischen geschichtetem Cylinder- und Pflasterepithel. — Beim Erwachsenen [1] ist wohl an der vorderen wie hinteren, resp. oberen Fläche der Uvula und des Gaumens ein geschichtetes Pflasterepithel, und zwar ist es hier der Tiefe nach in zwei Schichten getrennt; in der unteren sind die Zellen kleiner als in der oberen.

Das Gewebe der Schleimhaut enthält Bindegewebsbündel und eine grössere Menge von elastischen Netzen, sowie feinere und breitere, geschlängelte, elastische Fasern. Unter dem Epithel ist es übrigens bedeutend dichter als gegen die Tiefe (submucöses Gewebe), in welchem die Drüsen und Muskeln ihren Platz finden. Man kann sich die Bindegewebsbündel des Gaumensegels und des Zäpfchens nach drei Richtungen verlaufend denken; erstens giebt es solche, welche zumeist nach aussen gelegen quer-horizontal, zweitens eben solche, welche longitudinal verlaufen; diese beiden Arten bilden den Filz der Mucosa; endlich drittens giebt es solche, welche von den beiden ersten stammend, das ist von der Mucosa sich abzweigend schräg gegen die Tiefe verlaufen, um in die Mucosa der entgegengesetzten Seite einzugehen. Diese letzteren bilden unter einander im Inneren des weichen Gaumens und des Zäpfchens das lockere Maschenwerk des submucösen Gewebes, welches, wie überall auch hier, eine wechselnde Menge von feinen, elastischen Fasern, kleineren Lymphkörperchen und grösseren Bindegewebszellen, zahlreiche Gefässe sowie Nervenstämme enthält. Von der Oberfläche der Schleimhaut ragen beim Erwachsenen am weichen Gaumen und der Uvula kegelförmige oder cylindrische, oben meist abgerundete Papillen in das Epithel hinein, welche übrigens an der Uvula bedeutend zahlreicher und grösser sind als am weichen Gaumen (an einem Querschnitte der Uvula des Erwachsenen zählte ich deren 130 in einer Ebene).

Anders ist dieses Verhältniss für das Gaumensegel des Neugebornen. An der oberen Fläche finden sich bei ihm keine Papillen, die Gefässe dringen nur bis zum Epithel, biegen dann schlingenförmig um, oder verlaufen auf längere Strecken hart unter dem Epithel weiter; an der vorderen Fläche findet man schon entweder die untere Epithelgrenze besonders an Längsschnitten als gleichgeschlungene, breite und niedrige Arcaden bildende Linien, oder es dringt ein Blutgefäss mit Schleimhautgewebe zwischen die Epithelzellen der tieferen Schichten ein. Besonders deutlich ist dieses Verhältniss an den Kuppen der Falten zu sehen. Von einem grösseren Gefässe sieht man da zwei oder drei

---

1) E. Klein. Ueber das Epithel des weichen Gaumens etc. Wiener Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wissensch. Jännerh. 1868.

Aeste abgehen und von wenig Fasergewebe begleitet zwischen Epithelzellen eindringen. Es erscheinen demgemäss an der Kuppe einer Falte zwei oder drei spitz zulaufende, gleich breite, aber ungleich lange Papillen. Die Schleimhaut des weichen Gaumens zeigt einen ausserordentlichen Gefässreichthum; unter dem Epithel, sowie in der tieferen Lage der Mucosa sind nebst mächtigen, äusserst dünnwandigen Blutgefässen zahlreiche Lymphbahnen sowohl in Form von grösseren Lymphseen als Lymphgefässen. Die grösseren, ausserhalb der ersten Drüsenreihe gelegenen Nervenstämme, deren Zahl an der vorderen Fläche bedeutend grösser ist, als an der hinteren, schicken sowohl nach Innen in das submucöse Gewebe, wie nach Aussen in die Mucosa ihre feineren Aeste, wo sie in der ersteren zwischen Drüsen und Muskeln, in der letzteren bis unter das Epithel zu verfolgen sind.

Die Mächtigkeit der Mucosa ist wechselnd und hängt von der Grösse und Anzahl der Drüsen ab. Im Allgemeinen nimmt die Dicke der Schleimhaut, vom harten Gaumen angefangen, gegen die Spitze der Uvula zu, und zwar ist sie an der oberen Fläche immer etwas stärker als an der unteren.

Die acinösen Schleimdrüsen des weichen Gaumens liegen, wie schon oben angegeben wurde, im submucösen Gewebe; sie sind verschieden gross, die grössten von ihnen liegen in der Uvula. Szontagh[1] zählte ihrer an der vorderen Fläche des weichen Gaumens 100, an der hinteren Fläche 40 und 12 an der Uvula. An der letztgenannten Stelle werden sie grösser und bilden in der oberen Hälfte — Basis — derselben eine central, jedoch der vorderen Peripherie näher als der hinteren gelegene, bald nur durch die Bündel des Azygos uvulae umzogene oder zwischen den beiden Muskeln eingelagerte Schichte.

Die Ausführungsgänge sind in ihrer Weite, Auskleidung und Verlaufsrichtung verschieden; an der hinteren Fläche der Uvula des Erwachsenen findet man Ausführungsgänge, die an der Mündung breiter werden, an der oberen und unteren Fläche des weichen Gaumens jedoch ist das Verhältniss umgekehrt. Der Verlauf der Ausführungsgänge ist in den wenigsten Fällen geradlinig; meist verlaufen sie, nachdem sie alle Nebenausführungsgänge aufgenommen, im innersten Theile der Mucosa senkrecht gegen das Epithel, biegen dann unter einem rechten Winkel nach abwärts, und streben in schiefer Richtung gegen die Epitheloberfläche. Das Epithel, mit dem sie ausgekleidet, ist in den meisten Fällen ein einfaches Cylinderepithel; in anderen selteneren Fällen finden sich unterhalb der Cylinder noch eine oder zwei Schichten kleiner, rundlicher Zellen und an der hinteren Fläche des weichen Gaumens zeigen die Ausführungsgänge einzelner Drüsen auch beim Erwachsenen noch in nicht grosser Entfernung von der Epitheloberfläche flimmerndes Cylinderepithel[2]. — Das geschichtete Pflasterepithel der Oberfläche lässt sich in einzelnen Fällen auch eine kurze Strecke als Auskleidung der Drüsenausführungsgänge verfolgen.

1) Szontagh l. c.
2) E. Klein. l. c.

Höchst complicirt ist die Anordnung und der Verlauf der Muskeln im weichen Gaumen. Der einzige und wahre Längsmuskel des weichen Gaumens ist der Azygos uvulae oder palato-staphylinus, ein paariger Muskel, der am fibrösen Saume des harten Gaumens entsprungen, beiderseits nahe der Medianlinie verläuft. Im vorderen Theile des weichen Gaumens um die Weite ihres eigenen Durchmessers [1] von einander abstehend, treten sie gegen den Anfang des Zäpfchens ganz nahe aneinander, laufen aber nicht bis zur Spitze desselben, sondern endigen in den meisten Fällen nahezu mit dem Ende des zweiten Drittels, indem die Bündel fächerförmig gegen vorne, und hauptsächlich gegen die Seiten auseinander weichen, dabei entsprechend von ihrem Wege abbiegen und in derselben Weise endigen, wie dieses bei den Muskeln der Lippe angegeben wurde. Auf ihrem Wege durch den weichen Gaumen zweigen sich vom Gros der beiden Muskeln einzelne kleinere Bündelchen ab, welche zwischen Drüsenläppchen durchziehend und diese umgreifend entweder zu jenem wieder zurückkehren, oder in die Schleimhaut, namentlich in die der vorderen Fläche einziehen und daselbst auf die eben erwähnte Weise endigen.

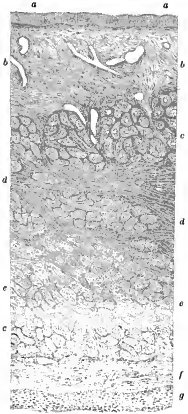


Fig. 104. Längsschnitt durch den weichen Gaumen eines Kindes: *aa* Flimmerepithel. *bb* Schleimhaut der oberen Fläche. *cc* Drüsen. *dd* Muskelfasern des thyreo-palatinus. *ee* Muskelfasern des Levator palati. *f* Schleimhaut der unteren Fläche. *g* Epithel der unteren Fläche.

Der Musculus thyreo-pharyngo-palatinus [2] bildet den Hauptbestandtheil der Muskulatur des weichen Gaumens; er zerfällt nach Luschka in eine pars thyreo-palatina und eine pharyngo-palatina. Das obere Ende der ersten liegt theils vor, theils hinter den Levatoren und mit diesen theilweise sich durchkreuzend. Die meisten Fasern der pars thyreo-palatina liegen vor den Levatoren und bilden eine bogige, im Maximum 9 Millim. breite, abgeplattete Muskelmasse, die um die Weite der bogenförmigen Vereinigung der beiden Leva-

1) Szontagh, l. c.
2) Luschka. Der Musculus pharyngo-palatinus des Menschen. Virchow's Archiv, 42. Bd. S. 480.

toren dem harten Gaumen näher als jene gelegen ist. Der convexe Rand dieser Portion ist mit dem fibrösen Rand des harten Gaumens, der Aponeurose des Tensor veli palati verwachsen, während sein concaver Rand dem gleichnamigen des Bogens der Levatoren zugekehrt ist.

Die anderen hinter den Levatoren liegenden Fasern des oberen Endes dieser Pars thyreo-palatina bilden beim Erwachsenen mehrere durch sehr viel Fettzellen unterbrochene, lose zusammenhängende Bündel, welche gegen den freien Rand des palatum molle immer zarter werdend, theils vor dem Azygos zwischen die Drüsen der vorderen Fläche, theils denselben durchsetzend, über resp. hinter ihm zwischen die Drüsen der hinteren Fläche einziehen und hier endigen oder stellenweise bis in die Schleimhaut vordringen. Der eben besprochene Antheil der Portio thyreo-palatina erhält Verstärkung durch die Levatoren[1], indem sich lateralwärts von diesen, wo sie zur bogigen Vereinigung tendiren, stets ein Bündel ablöst, welches in feinere Bündelchen zerfallend, seinen Lauf vor dem Azygos uvulae zur entgegengesetzten Seite nimmt, um sich den innersten Faserzügen der Pars thyreo-palatina beizugesellen. Die Gesammtheit dieser Fasern drängt sich nach aussen und abwärts, um in den Arcus pharyngo-palatinus herabzusteigen und sich theils an dem oberen Horne des Schildknorpels festzusetzen, theils mit der Pars pharyngo-palat. verschmolzen, sich zur hinteren Pharynxwand zu begeben. Neben dem bogenförmigen Ende der Pars thyreo-palatina entspringt die Pars pharyngo-palatina, die mit jener im Arcus pharyngo-palatinus zusammentrifft und gegen die hintere Pharynxwand sich begiebt. Zudem was über die Levatoren veli palati bereits gesagt wurde, ist nur noch hinzuzufügen, dass der bogenförmige Zusammenfluss dieser beiden Muskeln vor dem Azygos uvulae und in der vorderen Hälfte des weichen Gaumens gelegen ist.

Endlich steigt von der Zunge und zwar von den Querfasern derselben[2] ein schmales Muskelbündelchen im vorderen Arcus glosso-palatinus gegen die Basis der Uvula auf, wo es theils in die Schleimhaut der vorderen Fläche eingeht, theils den letzten Bündelchen des Thyreo-palatinus sich beigesellt.

Die einzelnen Bündel der Gaumenmuskeln sowie die der Zunge und der Lippe liegen in einem zierlichen Netzwerke. Im Gaumen des Erwachsenen kommt im Allgemeinen viel Fettzellengewebe vor. Die grösste Menge findet sich zwischen den Bündeln des Thyreo-palatinus und Levator veli palati. Constant findet sich dasselbe auch zwischen den Drüsen der ersten Schichte der oberen Fläche, sowie es in grösserer oder kleinerer Menge an verschiedenen Stellen der Schleimhaut anzutreffen ist.

Die muskulösen Schleimhautfalten, die als Arcus glosso-palatinus und pharyngo-palatinus vom weichen Gaumen zur Zungenwurzel und Pharynxwand ziehen, zeigen keinen andern Bau, als die Schleimhaut des weichen

1) Luschka l. c. S. 483. 2) Henle Splanchnologie, p. 146.

Gaumens; Epithel, Papillen und Schleimhautgewebe bleiben sich nahezu gleich. Das elastische Gewebe in Form von Netzen ist in der Schleimhaut dieser Bögen in den meisten Fällen stark vertreten; die Drüsen nehmen nach abwärts an Zahl und Grösse ab, sie sind beim Erwachsenen hier ebenso gross, wie in der Uvula und zu einer Schichte vereinigt, welche durch spärliches, lockeres, die Läppchen und Acini umgrenzendes, fettzellenhaltiges Bindegewebe und stellenweise auch durch kleine Muskelbündelchen unterbrochen ist. Das Gewebe der Schleimhaut ist besonders häufig gegen den freien Rand der Falte zu in grösserer oder geringerer Ausdehnung mit Lymphkörperchen infiltrirt. Diese infiltrirten Stellen, in denen man nebst zahlreichen Gefässen ein feines, durch Zellen gebildetes Netzwerk, sowie auseinandergedrängte Bindegewebsbündel erkennt, zeigen niemals eine scharfe Begrenzung, sondern gehen allmählig in die Umgebung über.

Zwischen den Gaumenbögen vertieft sich die Seitenwand dieses als Isthmus faucium bezeichneten Theiles der Mundhöhle und aus der Vertiefung ragt ein Wulst — Tonsille — hervor, der bald so klein ist — Neugeborner — dass man ihn bei der Inspection der Mundhöhle von vorne kaum wahrnimmt, bald wieder so gross wird, dass das paarige Organ den Isthmus wesentlich verengt. Die Oberfläche desselben ist durch bald einfache, bald vielfächerige, bald seichte, bald tiefergreifende Einschnitte gelappt. Das ganze Organ ist als eine verdickte, mit gelappter Oberfläche versehene Schleimhautstelle aufzufassen, deren eigentliche Mucosa nach Art der conglobirten Drüsensubstanz (Henle) theils aus faserigem, theils aus adenoidem Gewebe besteht, und in dessen Maschen zahlreiche Lymphkörperchen eingelagert sind. Das Epithel ist ein wenig mächtiges, geschichtetes Pflasterepithel; die Papillen sind grösstentheils verstrichen. Unter dem Epithel ist ein dichtes Gefässnetz angeordnet und die infiltrirte mucosa durch Bindegewebsstränge aus dem submucösen Gewebe in einzelne den Peyer'schen Plaques ähnliche Abtheilungen gebracht. Im submucösen Gewebe sind vereinzelte acinöse Drüsen und dieses hängt nach aussen mit der Muskelhaut des Pharynx zusammen.

Die Zunge.

Die Oberfläche der Zunge des Menschen ist an der dem Gaumen zugekehrten Fläche — Rücken der Zunge — anders beschaffen als unten, indem an ersterer die mit geschichtetem Pflasterepithel bedeckten papillären Erhabenheiten der Mucosa frei hervorragen und dadurch dem Rücken der Zunge sein eigenthümliches, pelzartiges Ansehen verleihen, während an der unteren Fläche die Papillen der Schleimhaut im Allgemeinen nur bis zur halben Höhe des Epithels in dieses hineinragen. Die Oberfläche des absteigenden Theiles der Zunge ist beim neugebornen Kinde anders beschaffen als beim Erwachsenen. Bei ersterem erscheint die Oberfläche der Schleimhaut gewulstet und die Wülste durch längliche Spalten zerklüftet; beim Erwachsenen hingegen ist dieselbe in vielen Fällen mit zahlreichen, kleineren und grösseren platten,

linsenförmigen Erhabenheiten besetzt, welche zuweilen noch eine kleine Oeffnung besitzen. An der unteren Zungenfläche zeigt die Schleimhaut im contrahirten Zustande zahlreiche feine, parallel ziehende Falten, welche seitlich hinter der Ebene des Foramen coecum unter allen Umständen zu finden sind. —

Die freistehenden Papillen der Zungenoberfläche sind ihrer Form nach *a)* fadenförmige — Papillae filiformes, *b)* keulenförmige — Papillae fungiformes und *c)* wallförmige — Papillae circumvallatae.

Die sog. fadenformigen Papillen sind kegelformig, beim Neugebornen einfach und oben abgerundet, beim Erwachsenen zusammengesetzt und oft in haarförmige Fortsätze ausgezogen. — Die keulenformigen Papillen sind an der Basis dünner als an der Spitze, welche keulenformig aufgetrieben oder oben seitlich angeschwollen erscheint und beim Erwachsenen mit secundären Spitzen versehen ist.

Die Circumvallatae endlich sind die grössten und von den Fungiformibus nur durch den sie umringenden Schleimhautwall unterschieden, ja dieser letztere ist an den betreffenden Papillen der Zunge des Neugebornen in den meisten Fällen so undeutlich, dass an eine Unterscheidung derselben von den keulenformigen Papillen nicht zu denken ist.

Was die Verbreitung dieser verschiedenen Papillen an der menschlichen Zunge anlangt, so sind die Papillae filiformes über die ganze Rückenflache des horizontalen Theiles und über die Rander gleichmassig zahlreich vertheilt. Die Papillae fungiformes findet man an dem vorderen Theile der Rückenfläche und zwar am meisten an der Spitze und den Rändern; gegen die Medianlinie des hinteren Theiles werden sie spärlich und kleiner, an der Zungenwurzel hören sie ganz auf. Nur in einzelnen Fällen finden sich auch an der letzteren Papillae filiformes und noch seltener fungiformes.

Die Papillae circumvallatae sind in ihrer Zahl am beschränktesten, sie stehen an jeder Zungenhälfte an der Grenze des Rückens und der Wurzel derart angeordnet, dass sie ein V bilden, dessen Spitze das Foramen coecum einnimmt. —

Das Epithel, sowohl der oberen als auch der unteren Fläche ist ein geschichtetes Pflasterepithel. An den fadenformigen Papillen der Zunge des Erwachsenen sind die Pflasterzellen dachziegelformig übereinander gelagert und mit kürzeren oder längeren Fortsätzen versehen, welche über die Papillen frei hinausragen. Die obersten, abgeplatteten, verhornten Zellen bilden zuweilen über die secundären Papillen frei hinausragende, solide Haare oder Fäden. Im Uebrigen ist das Epithel der Zunge so gebaut, wie an anderen Stellen der Mundhöhle.

Die Mucosa ist beim Menschen am horizontalen Theile der Zunge schwächer und zugleich mit den darunter liegenden Muskeln viel inniger vereinigt, als am absteigenden Theile, wo sie wegen des ansehnlichen, lockeren, submucösen Gewebes mit eingelagerten, zahlreichen Drüsen leicht verschiebbar ist. Ihre Elemente sind dieselben, wie die der Mucosa an anderen Stellen der

Mundhöhle; Bindegewebsfasern zu Bündeln vereinigt, bilden ein dichtes Maschenwerk, das mit dem Gewebe in der Tiefe durch mächtige Balken in Verbindung steht.

Das sogenannte Septum cartilagineum der Menschenzunge, das eine derbe, mitten in der Zunge zwischen beiden Genioglossis senkrecht stehende Platte darstellt, und am Zungenbeinkörper entsprungen durch die ganze Länge der Zunge sich erstreckend gegen die Zungenspitze an Höhe allmählig abnimmt, trägt, wie Kölliker[1] gezeigt hat, mit Unrecht diesen Namen, da es nur aus Bindegewebe besteht.

Die Schleimdrüsen der Menschenzunge kommen als Drüsen des Randes und als Drüsen der Zungenwurzel vor.

Zu den ersteren zählt man die von Blandin[2] und Nuhn[3] beschriebenen Drüsen.

Nuhn fand in der Zungenspitze des Menschen, und zwar unter der Schleimhaut und einer Schichte longitudinaler Muskelfasern vom Styloglossus und Longit. inferior eine paarige Drüse, welche 7—10 Linien lang, $3-4\frac{1}{2}'''$ breit und $1\frac{1}{2}-2\frac{1}{2}'''$ dick ist und durch fünf Oeffnungen an der unteren Fläche der Zungenspitze ausmündet. N. Wardt[4] fand an dieser Stelle einmal eine unpaarige Drüse; sie war quergelagert, $\frac{1}{3}''$ breit und $\frac{1}{8}''$ lang und mündete mit 3 feinen Ausführungsgängen.

Ferner findet sich am Zungenrande lateralwärts neben dem Styloglossus eine mittlere und eine constantere hintere Gruppe, deren Mündungen sich dicht am Zungenrade oder seltener am Boden der Mundhöhle befinden.

Die Drüsen der Zungenwurzel bilden unter dem hinteren papillenlosen Theil der Schleimhaut eine zusammenhängende bis 6 Millim. mächtige, zum Theil in die Muskulatur eingesenkte Schichte[5]. Die Ausführungsgänge dieser Drüsen münden beim Neugebornen am Grunde zwischen den Wülsten, beim Erwachsenen jedoch in einzelnen Fällen in die sogenannten Cryptae der Zungenwurzel, welche nach Salter[6] Reservoirs für die traubenförmigen Drüsen vorstellen. Manche dieser Reservoirs ziehen sich nach Salter als längliche, mitunter verzweigte Gänge $\frac{1}{2}-\frac{3}{4}''$ unter der Oberfläche hin und nehmen an verschiedenen Stellen Ausführungsgänge der Schleimdrüschen auf.

In der Wand dieser sogenannten Cryptae der Zungenwurzel liegen nach Kölliker[7] geschlossene, mit Lymphkörperchen erfüllte Follikel. Jede dieser sogenannten Balgdrüsen der Zunge, welche in ihrem Grunde den Ausführungsgang einer acinösen Schleimdrüse aufnimmt, ist nach Kölliker eine dickwan-

1) Kölliker, Beiträge zur Anatomie der Mundhöhle. Würzburger Verhandl. Bd. II. S. 169.
2) Anat. topogr. Paris 1834. S. 175.
3) A. Nuhn, Ueber eine bisjezt noch nicht näher beschriebene Drüse im Innern der Zungenspitze. Mannheim 1845.
4) N. Wardt l. c. 5) Henle, Splanchnologie, S. 141.
6) Todd's Cyclop. S. 1140.
7) Beiträge zur Anatomie der Mundhöhle. Würzburger Verhandlungen, Bd. II, 177.

dige Kapsel, die aussen von einer Faserhülle umgeben, innen von einer Fortsetzung des Mundhöhlenepithels ausgekleidet wird. Zwischen beiden liegen in einer zarten, faserigen, gefässreichen und an der freien Fläche papillösen Grundlage in zusammenhängender, meist einfacher Schichte eine Anzahl geschlossener Lymphfollikel von 0.1—0.25 Millim. Durchmesser.

Huxley[1] hat im Allgemeinen die Richtigkeit der von Kölliker gegebenen Beschreibung der Drüsen der Zungenwurzel bestätiget; doch fand er die Ausstülpungen der Schleimhaut nicht von geschlossenen Follikeln, sondern von einem indifferenten, zellenhaltigen und von Capillargefässen durchzogenen Gewebe umgeben. Sappey[2] hat nur die in die Crypten mündenden acinösen Drüsen, aber keine geschlossene Follikel gesehen; während ferner Sachs[3] das Vorkommen von Follikeln in der Wand der Balgdrüsen entschieden in Abrede stellt, halten Franz Gaister und Eckard[4] in allen Puncten die Angaben von Kölliker aufrecht.

Auch Gerlach[5] fand die Bälge in den Wandungen einzelner Zungenbälge.

Ganz verschieden lauten die Schlüsse, zu denen Arthur Böttcher[6] über den fraglichen Punct gelangte. Er fand:

1) dass es Zungen giebt, die keine sogenannten Balgdrüsen besitzen,

2) dass das Auftreten exquisiter Bälge mit nachweisbarer Erkrankung der Schleimhaut zusammenfällt,

3) dass zwischen beiden Fällen Mittelstufen vorhanden sind, die es oft schwer machen, zu entscheiden, ob man eine hügelige Erhebung der Zungenschleimhaut mit einem Drüsenkanal in der Mitte für eine Balgdrüse zu halten habe oder nicht.

Demgemäss hält er dafür, dass 1) an normalen Zungen keine Balgdrüsen existiren, 2) dass sich dieselben durch krankhafte Schwellung in der Umgebung der Schleimdrüsengänge bilden, und dass somit die in jenen enthaltenen Follikel pathologische Neubildungen vorstellen.

Ich kann die von Böttcher gemachte Angabe, dass es Zungen giebt, an denen keine Balgdrüsen vorkommen, bestätigen und hinzufügen, dass in solchen Fällen an der Zungenwurzel gerade so wie im lockeren Gewebe des wei-

1) Huxley: On the ultimate structure and relations of the malpigh. bodies of the spleen and tonsillar follicles. Microscop. Journal, vol. II, S. 74.

2) Recherches sur la structure des amygdales et des glandes situées sur la base de la langue. Comptes rendus 1855, Nr. 22.

3) Sachs: Observationes de linguae-structura penitiori. Vratislav 1856; und: Zur Anatomie der Zungenbalgdrüsen und Mandeln. Archiv von Reichert und Du Bois-Raymond 1859, S. 196.

4) G. Eckard: Zur Anatomie der Zungenbalgdrüsen und Tonsillen, Virchow's Archiv Bd. XVII, S. 171.

5) Gerlach: Handbuch der Gewebelehre, 1854, S. 297.

6) Arthur Böttcher: Einiges zur Verständigung in Betreff der Balgdrüsen an der Zungenwurzel. Virchow's Archiv, Bd. 18. S. 190—220.

chen Gaumens, der Uvula und der oberen Pharynxwand die Schleimhaut an wandelbaren Stellen und in verschiedener Ausdehnung mit Lymphkörperchen infiltrirt gefunden wird. Diesen infiltrirten Partien mangelt eine deutliche Begrenzung, eine Kapsel.

Die in der Mehrzahl der Fälle vorkommenden platten, linsenförmigen Höcker der Zungenwurzel des Erwachsenen sind nichts anderes, als Schleimhautpartien, in denen conglobirte Drüsensubstanz eingelagert ist. Die centrale Oeffnung, die sich an ihnen findet, stellt den Eingang zu einer grubigen Vertiefung vor, welche ebenso wie die Erhabenheiten selbst mit geschichtetem Pflasterepithel bekleidet ist.

An der Zungenwurzel des Neugebornen besitzt die Schleimhaut keine Balgdrüsen und zeigt nur hie und da in den oben beschriebenen Wülsten, zwischen denen die Schleimdrüsen ausmünden, sowohl an der Basis der hier vorkommenden Papillen, als auch im Gewebe der Mucosa vereinzelte, kleinere oder grössere Gruppen von zelligen Elementen.

Das am absteigenden Theile der Zunge, jedoch nicht immer (nach BOCHDALECK junior[1] 13 mal unter 50 Fällen) — vorkommende foramen coecum setzt sich nach BOCHDALECK jun. entweder mit seinem Boden oder seiner hinteren Wand mit einer grösseren oder kleineren Oeffnung nach rückwärts in die Muskelsubstanz der Zunge in einen einfachen oder getheilten, blindendigenden Ductus excretorius linguae fort, sogenannt, weil er den gemeinschaftlichen Ausführungsgang einer grösseren Menge von Schleimdrüsen repräsentirt. Das Epithel des Foramen coecum ist ein gewöhnliches Uebergangs-, das des Ductus excretorius, sowie seiner blinddarmförmigen Anhänge ein cylindrisches Flimmerepithel. Das Foramen coecum wird nach BOCHDALECK nicht durch eine tiefere Versenkung der hintersten Papilla vallata gebildet.

Ueber die Lymphgefässe der Zunge wissen wir durch SAPPEY[2], dass von den dichten Lymphgefässnetzen der Schleimhaut zarte Gefässe in die Papillen einziehen und ein oberflächliches Netz bilden. Nach TEICHMANN[3] bilden die auf die Mucosa und Submucosa beschränkten Lymphcapillaren ein Netzwerk mit stärkeren Röhren nach unten und feineren nach oben.

In die Papillae filiformes treten aus einem Kranzwerke von Lymphcapillaren einzelne blindendigende Gefässe in die eigentlichen Papillen. An der Basis der Papillae fungiformes findet sich wieder ein Kranzgeflecht und in den Papillis circumvallatis kommen die Lymphcapillaren sowohl am umgebenden Walle, als in den Papillen selbst vor.

Die Muskelfasern der Zunge sind vertikale, quere[4] und logitudinale — die ersteren gehören dem Musculus perpendicularis an der Spitze, dem Genioglossus in der Mitte, dem Lingualis und Hyoglossus an den Seiten an. — Zwi-

1) BOCHDALECK jun.: Ueber das foramen coecum der Zunge, Oesterreichische Zeitschr. für Heilkunde No. 36—46. 2) SAPPEY: Compt. rend. 1847, S. 26.

3) TEICHMANN: Das Saugadersystem vom anatom. Standpuncte, Leipzig 1861, S. 113.

4) SALTER: TODDS Cyclop. S. 1125 und KÖLLIKER l. c. p. 169.

schen diese senkrecht verlaufenden Bündel dringen die des Transversus linguae — und zum Theil auch des Styloglossus — vom Septum gegen den Seitenrand, für jede Zungenhälfte besonders durch.

Endlich der Schleimhaut zunächst verlaufen die longitudinalen Muskelfasern, welche vom Longitudinalis superior und inferior, sowie dem grösseren Theile des Styloglossus entstammen. — Es ist im Allgemeinen zu merken, dass die senkrecht aufsteigenden, sowie die querverlaufenden Bündel überall zwischen denen der longitudinalen Muskelfasern in die Schleimhaut eindringen und dabei, während sie zwischen letzteren verlaufen, dünner werden.

Sie kreuzen sich, vor dem Eintritte zwischen die longitudinalen Fasern, als auch, nachdem sie zwischen diesen herausgekommen sind, beim Eintritte in die Schleimhaut untereinander.

Auch von den longitudinal verlaufenden Muskelfasern zweigen sich einzelne Bündelchen und Fasern ab, um in die Schleimhaut einzutreten.

Bei der Katze sind die Papillae filiformes in der Mitte der Rückenfläche am besten ausgebildet, sie sind hier sehr zahlreich und je in eine oder mehrere nach rückwärts gekrümmte hornige Spitze ausgezogen. Von der Mittellinie gegen die Ränder des horizontalen Theiles werden sie rasch kleiner und sind am Rande selbst mit freiem Auge fast nicht mehr zu finden, so dass hier nur mehr die Papillae fungiformes, die sonst über die Rückenfläche des horizontalen Theiles zwischen den Filiformibus ziemlich gleichmässig vertheilt sind, als weissliche Knöpfe in ziemlich grossen Abständen hervorragen. Nur am vordersten Theile sind die Papillae filiformes auch über die Ränder und auf die untere Fläche der Zunge eine kurze Strecke weit verbreitet. — Am Rande jenes Theiles der Zunge, der der Grenze des horizontalen und absteigenden Abschnittes entspricht, machen sich jederseits 10—15 hintereinander stehende cylindrische, oben kolbig angeschwollene Papillae filiformes bemerkbar, von denen die mittleren grösser sind (3 Millim.) als die vorderen und hinteren (1 Millim.). Nach rückwärts bis zur Wurzel der Zunge nehmen die Papillae filiformes an Zahl und Grösse ab und stellen an der Wurzel vereinzelte, sehr breite, in einen kurzen weichen, nach abwärts gekrümmten Stachel ausgehende Hervorragungen vor.

Beim Kaninchen finden sich auf der Rückenfläche bis an den absteigenden Theil der Zunge und auch am obersten Abschnitte dieses nur gleichförmige, dicht bei einander stehende Papillae filiformes, die am Rande der Zunge fehlen, mit Ausnahme jener Stellen, wo der horizontale in den absteigenden übergeht. An der bekannten, weisslichen, längsovalen Erhabenheit der Kaninchenzunge sind die Papillen etwas grösser als an den übrigen Partien der Rückenfläche. Hinter dieser Erhabenheit ist die Zungenschleimhaut an ihrer Oberfläche glatt bis auf zwei anscheinend den Papillis vallatis angehörende kleine, regelmässig zur Seite der Medianlinie stehende Prominenzen.

An der Grenze zwischen dem horizontalen und absteigenden Theile findet sich randständig jederseits eine leicht deprimirte, halbkreisförmige Stelle, deren Peripherie fast den hinteren Theil der ovalen Erhabenheit tangirt. Die Oberfläche derselben ist nicht glatt, sondern mit zierlichen, parallelen, senkrecht aufstehenden Fältchen bedeckt; an wenigen von ihnen ist hie und da eine Papilla filiformis zu sehen.

Diese so geartete Partie, sowie die oben erwähnten Fältchen am Seitenrande der menschlichen Zunge und die an der Grenze zwischen horizontalem und absteigenden Theile der Katzenzunge vorkommende Papillengruppe entspricht der

von Weber[1] und besonders von J. C. Mayer[2] für viele Säugethiere als besonderes Organ angeführten Papilla lingualis foliata.

Die Papillen der Kaninchenzunge sind anscheinend wesentlich niedriger als beim Menschen, weil das Epithel zwischen ihnen keine so grossen Vertiefungen zeigt.

Die Stärke des Epithels nimmt von vorne nach rückwärts und den Seiten ab, wird jedoch hinten an der ovalen Erhabenheit ebenso tief wie in der Nähe der Zungenspitze.

Die Mucosa ist in ihrem Baue nicht abweichend von der der menschlichen Zunge. Ihre Dicke nimmt von der Spitze gegen die ovale Erhabenheit ab.

An der Zungenwurzel bilden die Bündel der unter der Mucosa liegenden Muskeln ein rechtwinkeliges Balkenwerk, in dessen Loculis die Läppchen der acinösen Drüsen gelagert sind. Die Ausführungsgänge dieser Drüsen durchbohren senkrecht zur Oberfläche die Mucosa. Zwischen und um die Drüsenläppchen sind zahlreiche, kleine Haufen von Lymphkörperchen zu treffen. — An der deprimirten, halbkreisförmigen Stelle des Zungenrandes ist das geschichtete Pflasterepithel an der Kante der einzelnen Falten viel schwächer als an ihrer Seite. Die Höhe der Falten beträgt 0.45 Millim., in sie ragt die Schleimhaut in Form eines scharfkantigen Daches hinein.

In den Furchen, welche zwischen den Falten liegen, münden die Ausführungsgänge grosser, acinöser Drüsen, deren Verhältniss zu den Muskeln ein ähnliches ist, wie das oben von den Drüsen der Zungenwurzel angegebene. Am Grunde der Falten enthält die Mucosa eine auffallende Menge von Nervenstämmen, deren Nervenfasern alle markhaltig sind.

Der Tranversus linguae zeigt insoferne eine Abweichung, als er von der Medianlinie der oberen Fläche zur unteren Fläche zieht, so dass seine Bündel Bögen beschreiben, die gegen den Zungenrand an Länge abnehmen.

An der Froschzunge sind die Papillae filiformes fast über die ganze Rückenfläche verbreitet. Gegen die hinteren Hörner nehmen sie an Zahl und Grösse ab und hören noch vor der Spitze derselben auf; ebenso bleibt am ganzen Seitenrande eine 2—3 Millim. breite Zone der Rückenfläche frei. Ganz so verhalten sich die Fungiformes.

Am zahlreichsten und grössten sind beide Formen am vorderen Theile der Rückenfläche. — Die Papillae filiformes sind dünn uud lang, gegen die Hörner der Zunge etwas breiter. Das Epithel ist sowie in der ganzen Mundhöhle ein geschichtetes, flimmerndes Cylinderepithel mit Ausnahme der Papillenspitzen, wo die obersten Zellen kurze, flimmerlose Cylinder sind[3]. Hartmann sowie Hoyer[4] konnten den von Billroth[5] und Axel Key angeführten Zusammenhang der Fortsätze der Cylinderepithelien der Papillen mit Bindegewebskörperchen nicht nachweisen.

An der unteren Fläche der Zunge ist das Epithel nur aus 2 oder 3 Lagen Pflasterzellen gebildet, deren oberste Zellen auch an vereinzelten Stellen Flimmer tragen.

In den Papillis fungiformibus liegt central ein aus dunkelrandigen Fasern bestehender Nervenstamm, an der Peripherie das Capillarnetz, das in ein centrales Gefäss mündet und endlich peripher jederseits Muskelfasern, die in ihrem Laufe

1) Weber in Hildebrandt's Lehrbuch der Anatomie. 4. Aufl. Bd. IV. S. 150.

2) J. C. Mayer; Untersuchungen aus dem Gebiete der Anatomie etc. Bonn 1842. S. 25.

3) Leydig: Histologie 1857, S. 307. Axel Key: Reichert's und Du Bois, Archiv 1861, S. 228. Hartmann: ebendaselbst 1863, S. 634.

4) Hoyer: Mikroskopische Untersuchungen über die Zunge des Frosches, Reichet's und Du Bois Archiv 1859, S. 501.

5) Ueber das Epithel der Froschzunge, Müller's Archiv 1859, S. 159.

nach aufwärts oftmalige Theilungen erleiden. Ausser in Fungiformes[1] ziehen auch in einzelne Papillae filiformes quergestreifte Muskeln ein, sie sind hier jedoch selten bis zur Spitze zu verfolgen.

Die Drüsen der Froschzunge sind über die ganze Rückenfläche derselben nahezu gleichmässig vertheilt und stehen am vorderen Theile dem Typus der acinösen Drüsen näher als am hinteren. Die Ausführungsgänge, namentlich des vorderen Theils tragen seitlich und terminal halbkugelige Ausbuchtungen, oder sie verlaufen stark gewunden und sind dann tiefer zwischen Muskeln eingebettet. Im Allgemeinen werden sie nur an ihrem Grunde von Muskeln umzogen.

Die Drüsen sind mit Cylinderepithel ausgekleidet, dessen Zellen in den tieferen Acinis kurze Cylinder vorstellen. Einzelne Cylinderzellen tragen in der Nähe der Mündung zuweilen auch Flimmerhaare.

An dem hinteren Theile der Rückenfläche, besonders an den hinteren Fortsätzen der Zunge sind die Drüsen kürzere oder längere Schläuche, die zumeist an ihrem Grunde flaschenförmig angeschwollen oder unregelmässig ausgebuchtet sind. Auch hier stecken sie mit ihrem Grunde zwischen Muskeln, welche aus der Tiefe heraufziehen und die Drüsenschläuche verschieden weit gegen die Oberfläche begleiten. Das auskleidende Cylinderepithel verhält sich ebenso wie an den Drüsen des vorderen Theiles.

Theilungen von Muskelfasern kommen ausser beim Frosch in ausgezeichneter Weise sowie beim Triton, Kalb, Fledermaus, beim Schafe, der Ziege und Katze, auch beim Menschen vor. Bei letzterem sah Rippmann[2] wie einfache Muskelfasern in zwei, drei, ja vier ziemlich lange Aeste auslaufen.

An den Aesten des Glosso-pharyngeus und des Ramus lingualis finden sich nach Remak[3] mikroskopische Ganglien und soll nach denselben Forscher ein ähnliches Verhältniss zwischen Drüsen und Ganglien der Zunge bestehen, wie zwischen der Glandula submaxillaris und dem Ganglion submaxillare.

B. Pharynx.

Mit dem Pharynx fängt der Verdauungstractus selbständig zu werden an, indem jener namentlich in seinem unteren Theile zu einem wahren Schlauche gestaltet ist. Zugleich sondert er sich deutlich in Schleimhaut, Muskelschichte und äussere Faserschichte.

Das Epithel der Schleimhaut ist ausser dem an die Nasenhöhle grenzenden Theile ein geschichtetes Pflasterepithel. Nach Schmidt[4] erstreckt sich dieses bis an den hinteren Rand der sogenannten Pharynxtonsille, auf deren vorderem Abschnitte bis gegen die Mündungen der Eustachischen Röhren ein cylindrisches Flimmerepithel sitzt.

Die Ausbreitung des letzteren ist in der fraglichen Region beim neugebornen Kinde am grössten; es erstreckt sich nämlich über den ganzen oberen

1) Waller; Physiologie transact. 1847.

2) Th. Rippmann: Ueber das Vorkommen von Theilungen der Muskelfasern in der Zunge der Wirbelthiere und des Menschen. Henle und Pfeifer's Zeitschrift 3. Reihe, Bd. 14, S. 200.

3) Remak. Ueber die Ganglien der Zunge bei Säugethieren und Menschen, Müller's Archiv 1852, Heft I, S. 58.

4) Schmidt, l. c.

Theil des Pharynx, der unter dem Namen Cavum pharyngo-nasale bekannt ist. Beim Erwachsenen hingegen reicht es nie über das obere Drittel herab. Uebrigens ist Epithel wie Mucosa den gleichnamigen Gebilden des weichen Gaumens analog gebaut.

Die freie Oberfläche[1] des sich zwischen den Mündungen der Ohrtrompeten ausbreitenden, vom hinteren Ende des Daches der Nasenhöhle bis herab gegen den vorderen Rand des Foramen occipitale magnum reichenden Gebietes der Pars nasalis des Schlundkopfes zeigt in der Mehrzahl eine exquisite Zerklüftung in longitudinaler Richtung, wodurch von tiefen Spalten getrennte Blätter oder leistenartige Vorsprünge entstehen, die theilweise unter Bildung eines netzartigen Gefüges wieder unter einander zusammenfliessen; häufig macht sich eine flach-hügelige Oberfläche bemerklich, die in wechselnder Anzahl von kürzeren, oft unregelmässig verzogenen Spalten durchbrochen ist. An diesen Wülsten zeigen sich zahlreiche, weissliche, mohnsamengrosse Knötchen; ausserdem eine bedeutende Menge rundlicher Poren, welche theils als Ausbuchtungen der Schleimhaut in vereinzelte Balgdrüsen, grösstentheils aber als Mündungen ebenso vieler acinöser Drüsen erkennbar sind.

Eine nicht ausnahmslos vorkommende grössere Mündung findet sich an der unteren Hälfte der Medianlinie des Schlundkopfgewölbes; sie ist der Eingang zu der zum Körper des Hinterhauptbeines emporsteigenden Ausstülpung des Schlundkopfgewölbes, welche gewöhnlich von acinösen Drüsen umlagert, bisweilen auch seitlich von einem Muskel umgeben ist und von J. C. Mayer Bursa pharyngea genannt wurde.

Die Schleimhautwülste des Schlundkopfgewölbes, so wie auch die Wände dieser Bursa bestehen aus sehr lockerem, gefässreichen, mit Lymphkörperchen infiltrirten Gewebe, das stellenweise den Bau zeigt, wie wir es am weichen Gaumen in zahlreichen Orten gesehen haben. An den Stellen jedoch, wo sich die Knötchen bemerkbar machen, ist die Schleimhaut in grösserer oder geringerer Ausbreitung von adenoider Structur, dicht mit Lymphkörperchen erfüllt. Diese infiltrirten Stellen, obgleich ganz so gebaut, wie die Lymphfollikel haben ebenso wie die betreffenden Stellen an der Zungenwurzel, wo sie spärlicher und kleiner sind, niemals eine deutliche Begrenzung. Luschka[2] hat die seit Lacauchie[3] näher bekannte Partie unter dem Namen der Tonsilla pharyngea zusammengefasst. Luschka ist nämlich mit Kölliker der Ansicht, dass es ein Aggregat von Lymphdrüsen sei. Henle[4] dagegen fasst sie als conglobirte Drüsensubstanz auf. Sie stellen eine 8 Millim. dicke Masse dar, welche sich zwischen den Mündungen der Ohrtrompeten vom hinteren Ende des Daches

1) Luschka: das adenoide Gewebe der Pars nasalis des menschlichen Schlundkopfes. Archiv für wissensch. Anatomie von Max Schultze. IV. Bd. I. Heft, Seite 5—9.

2) Luschka: Anatomie des Menschen. Tübingen 1862, Bd. I, Abschn. I.

3) Traité d'hydrotomie 1853, tab. II, Fig. 10.

4) Henle: Splanchnologie, S. 146.

der Nasenhöhle an in einer durchschnittlichen Länge von 3 Centim. ausdehnt. Das Drüsengewebe ist grösstentheils in Blätter gesondert, welche durch tiefe Spalten geschieden sind, oder es ist vorwiegend deutlich in runde Bälge angeordnet, deren durchschnittlich 1 Millim. dicke Wände von Flimmerepithelien ausgekleidete Höhlen umschliessen, in welche sich die Schleimhaut durch verhältnissmässig enge Oeffnungen fortsetzt. — Das Gewebe der Schleimhaut unterscheidet sich somit am Schlundgewölbe dadurch von dem des unteren Theiles, dass dasselbe auf grosse Strecken den Charakter von Lymphdrüsengewebe zeigt.

Im mittleren Drittel des Pharynx ist die Schleimhaut, obwohl seltener als im oberen, ebenfalls mit zahlreichen, zelligen Elementen erfüllt, die entweder unregelmässig zerstreut oder in dichteren Gruppen in einem gefässreichen Stroma liegen.

Beim Kinde zeigt die Schleimhaut eine grosse Menge von oblongen, kernartigen Elementen, die in spitze Fortsätze ausgezogen sind und mit diesen zwischen den Fasern des Gewebes eingreifen. Es ist dies ein Verhältniss, welches an verschiedenen Stellen der bisher beschriebenen Schleimhautpartien anzutreffen ist und scheint demgemäss einem jugendlichen Zustande des Gewebes zu entsprechen. — Da, wo ein geschichtetes Pflasterepithel vorhanden ist, ragt die Mucosa mit zahlreichen, an der Basis engen, oben aufgetriebenen Papillen bis in die halbe Höhe desselben hinein; da wo sich im Schlundkopfgewölbe geschichtetes, flimmertragendes Cylinderepithel findet, fehlen aber die Papillen.

Die mächtigen Gefässe bilden unter dem Epithel ein Netz und senden feinere Aeste aus, die entweder parallel zur Oberfläche eine kürzere oder längere Strecke unter dem Epithel hinziehen oder hart unter demselben in Schlingen umbiegen. Beim Erwachsenen finden sich im mittleren Drittel und besonders im unteren Theile desselben ziemlich regelmässige, zahlreiche Papillen, während sie im oberen Theile theils mangelhaft entwickelt sind, theils gänzlich fehlen; im unteren Drittel hingegen sind die Papillen stattlich und zahlreich.

Beim Kinde finden sich die Papillen nur schwach angedeutet, entweder in Form von leichten Einbiegungen der Schleimhaut in das Epithel oder in der Weise, dass besonders an den faltenreichen Stellen Bindegewebsstränge mit Gefässen als spitz zulaufende papilläre Erhabenheiten eine wechselnde Strecke weit in das Epithel eindringen.

Gegen die Muskelhaut zu wird das Gewebe der Schleimhaut lockerer — submucöses Gewebe —, die Bündel, die zu grösseren oder kleineren Maschen zusammenhängen, ziehen im oberen und mittleren Drittel in horizontaler Richtung oder schief nach hinten und aussen zwischen den Bündeln der Muskelschichte zur äusseren Faserlage, sowie umgekehrt von dieser einzelne Bündel schief nach innen und unten zwischen den Muskeln in die Submucosa eindringen und sich innerhalb derselben longitudinal nach abwärts verlieren. Im unteren Drittel verlaufen die Bündel der Mucosa nach verschiedenen Richtungen, aber die der Submucosa in ausgesprochener Richtung nach abwärts.

Die acinösen Drüsen des Pharynx bilden besonders im mittleren und im unteren Theile des oberen Drittels stellenweise eine zusammenhängende Schichte, deren Ausführungsgänge mit breiter Oeffnung münden. Die einzelnen Drüsen sind oval, mit ihrem langen Durchmesser parallel zur Längsaxe gestellt. Im unteren Drittel nehmen die Drüsen an Menge bedeutend ab, so dass deren anfangs noch vereinzelte, am untersten Ende gar nur an sehr seltenen Stellen angetroffen werden.

Die Breite der Mucosa ist je nach der Stärke der Drüsenschichte wechselnd, im unteren Drittel nimmt sie übrigens gegen den Oesophagus zu an Stärke ab. Die grossen Nervenstämme liegen in der Submucosa und verlaufen zumeist longitudinal; ihre Zweige bilden ein tiefes und ein oberflächliches Netz, in welch letzterem von Remak[1] und Billroth auch mikroskopische Ganglien gesehen wurden.

Die Lymphgefässe des Pharynx sind zahlreich, ihr Netzwerk steht nach Teichmann[2] mit dem der Nase, der Mundhöhle, der Luft- und Speiseröhre in directem Zusammenhange.

Die äussere Faserlage der hinteren Pharynxwand, die von der Schädelbasis entsprungen nach abwärts zieht und in der Medianlinie einen am Tuberculum pharyngeum entspringenden Sehnenstreifen eingewebt enthält, besteht zumeist aus stärkeren, mit einander parallel laufenden Bündeln fibrösen Gewebes, und einer wandelbaren Beimengung von feineren und breiteren elastischen Fasern. Ueberall ziehen mit den zwischen die Muskeln eindringenden Gefässen und Nerven-Bindegewebsbündel in schiefer Richtung nach abwärts in das submucöse Gewebe ein, bilden auf diesem theils unter einander, theils mit dem aus dem submucösen Gewebe nach aussen ziehenden Bündeln Maschenräume für die Muskeln des Pharynx, und geben die secundären Septa für die kleineren Muskelbündelchen ab.

Die Muskelschichte der hinteren und zum Theil seitlichen Pharynxwand zeigt eine äussere, im Wesentlichen ringförmige und eine innere longitudinale Lage; die erstere wird gebildet durch die Constrictores pharyngis, die letztere durch den Stylopharyngeus und Thyreo-pharyngo-palatinus[3], von dessen pars pharyngo-palatina jedoch einzelne Bündel auch horizontal verlaufen, indem sie mit den gleichnamigen Bündeln der entgegengesetzten Seite an der hinteren Pharynxwand in einem nach abwärts convexen Bogen zusammenfliessen.

Besonders im untersten Theile des Pharynx zweigen sich von den innersten Muskelbündeln einzelne kleinere Bündelchen ab, um in schiefer Richtung nach abwärts in die Mucosa einzudringen und hier zu endigen.

Die Schleimhaut des Pharynx, welche an der hinteren Fläche des Larynx

1) Ueber peripherische Ganglien an den Nerven des Nahrungsrohres. Müller's Archiv, 1856, S. 189. Prioritätsstreit mit Meissner, in welchem angeführt wird, dass Remak schon 1840 an den Zungen und Schlundästen des Glossopharyngeus Ganglien gefunden.

2) l. c.

3) Luschka, Virchow's Archiv, Bd. 42, Seite 485.

durch kurzes Zellgewebe angeheftet ist, zeigt denselben Bau, wie im untersten Drittel der hinteren Wand.

Die Drüsen sind hier ebenfalls länglich, bilden oben eine fast zusammenhängende Schichte, nehmen jedoch nach abwärts an Menge so ab, dass man gegen die vordere Oesophaguswand nur selten mehr eine antrifft. Die Ausführungsgänge dieser Drüsen haben einen schief nach abwärts gerichteten Verlauf, so dass man an Querschnitten noch zahlreiche Ausführungsgänge findet, wo keine Drüsen mehr zu sehen sind. Sie sind unter dem Epithel etwas weiter und besitzen hier zu innerst eine Reihe prachtvoller, cylindrischer, nach aussen 2—3 Reihen kleiner rundlicher Zellen mit relativ grossen Kernen.

Fettzellenhaltiges Gewebe findet sich im Pharynx des erwachsenen Menschen in grösserer Menge zwischen den Muskelbündeln und zwischen den Drüsen der Schleimhaut, welche der hinteren Fläche des Larynx anliegt.

C. Oesophagus.

Von der Gegend des unteren Randes des Ringknorpels angefangen bis nach dem Durchtritte durch das Foramen oesophageum erstreckt sich der vollkommen geschlossene Schlauch der Speiseröhre. Im leeren Zustande legt sich die durch lockeres Gewebe mit der Muskelschichte zusammenhängende Schleimhaut in parallele, longitudinale Falten.

Beim Menschen ist dieser Schlauch von einem geschichteten Pflasterepithel ausgekleidet. —

Die Zellformen sowie die Anordnung der Elemente bleiben hier dieselben wie im unteren Theil des Pharynx.

Durch die mit dem Oesophagus beginnende Muscularis mucosae wird ein zwischen dieser und dem Epithel liegender Theil des Oesophagus, die Mucosa, von dem zwischen der Muscularis mucosae und Muscularis externa gelegenen stärkeren Abschnitte, dem submucösen Gewebe, abgetheilt.

Die Mucosa zeigt beim neugebornen Kinde [1] an zahlreichen Stellen den Bau des adenoiden Gewebes. — An anderen Stellen wieder finden sich zwischen spärlichen, aus dem äusseren Theil der Schleimhaut stammenden Bindegewebsfasern zahlreiche, meist longitudinal unter dem Epithel verlaufende Gefässe.

Beim Erwachsenen dringen die Bündel der longitudinal verlaufenden Bindegewebsfasern aus der Submucosa zwischen den Bündeln der Muscularis mucosae nach innen, laufen da wellenförmig und parallel neben einander oder sie bilden Maschen. — Stets findet sich zwischen ihnen eine grosse Menge von zelligen Gebilden.

Die Oberfläche der Schleimhaut ragt beim Erwachsen mit sehr zahlreichen, kegelförmigen 0.3—0.5 Millim. langen Papillen in das Epithel hinein.

1) E. Klein. Ueber die Vertheilung der Muskeln des Oesophagus etc. Sitzungsbericht der. k. k. Wiener Akademie der Wissenschaft. Maiheft 1868.

Beim Kinde finden sie sich nur in Form von kleinen Einbiegungen der Grenzlinie des Epithels angedeutet.

Die Muscularis mucosae besteht aus longitudinal verlaufenden glatten Muskelfaserbündeln, welche am obersten Theile nur schwach entwickelt und durch grössere Mengen von Schleimhautgewebe von einander getrennt sind; nach unten werden sie grösser und rücken zugleich näher an einander, so dass die Muscularis mucosae im unteren Theile eine zusammenhängende Muskelmasse darstellt.

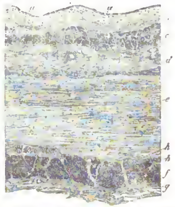


Fig. 105. Querschnitt durch den untersten Theil des kindlichen Oesophagus. *aa* Epithel. *bb* Mucosa. *c* Muscularis mucosae. *d* submucöses Gewebe. *e* Ringsmuskelschichte. *f* Längsmuskelschichte. *g* äussere Faserlage. bei *h* Auerbach'sche Ganglien.

Die Septa der einzelnen Bündel hängen mit der Mucosa und dem submucösen Gewebe innig zusammen.

Die Dicke dieser Muskellage ist an der vorderen Wand des Oesophagus im Allgemeinen etwas grösser als an der hinteren. — Das submucöse Gewebe übertrifft die Mucosa um etwa das Vierfache an Mächtigkeit und besteht aus longitudinal und parallel neben einander laufenden Bündeln von Bindegewebsfasern und immer wechselnden Mengen von feineren und breiteren elastischen Fasern. In diesem lockeren Gewebe finden sich die aus der Muscularis externa eindringenden Gefäss- und Nervenstämme, welche letztere schief gegen die Muscularis mucosae vordringen. Die Bündel des äusseren Theiles des submucösen Gewebes hängen mit der äusseren Faserhaut innig zusammen und bilden auf diese Weise die Septa der Bündel der Muscularis externa.

Acinöse Drüsen kommen sehr selten und nur vereinzelt vor, sie finden sich an der hinteren Wand des Oesophagus noch viel seltener als an der vorderen, in welcher sie von oben gegen die Mitte im Allgemeinen an Zahl ab- und von da abwärts wieder etwas zunehmen. Sie sind klein, oval, mit ihrem Längsdurchmesser parallel zur Längsaxe gestellt, liegen in dem submucösen Gewebe hart an der Muscularis mucosae, durchbohren diese mit ihren Ausführungsgängen in schiefer Richtung nach abwärts und münden an der Oberfläche des Epithels mit verengertem Lumen.

Die Muscularis externa besteht beim Menschen aus einer äusseren Längs- und einer inneren, ringförmig verlaufenden Schichte. Erstere entwickelt sich in drei Abtheilungen,[1] die mittlere und bei weitem stärkere von einer dreiseitigen, an der hinteren Fläche des Ringknorpels haftenden elastischen Membran,

1) Henle, Splanchnologie S. 149.

die beiden seitlichen, welche zum Theil innerhalb der Ringsschichte des Oesophagus eine kurze Strecke herabsteigen, aus dem elastischen Strange, in welchem ein Theil des Thyreo-pharyngo-palatinus endet. Die Längsfaserhaut erhält in ihrem weiteren Verlaufe Verstärkung durch den Musculus broncho-oesophageus[1]. Die Ringsfaserhaut löst den paaren Musculus crico-pharyngeus ab und wird in der Brusthöhle durch den Musculus pleuro-oesophageus[2] verstärkt. Die Ringsschichte nimmt gegen abwärts immer an Breite zu, während die Längsschichte, die im ersten Viertel die Ringsschichte an Breite übertrifft, unten immer mehr abnimmt.

Die äussere Muskelhaut als Ganzes ist nicht überall gleich dick; beim Erwachsenen im Mittel 1.5—2 Millim. breit, ist sie an der vorderen Wand des oberen Theiles nach Schmauser[3] stärker entwickelt als an der hinteren, nimmt dann nach abwärts an der hinteren und mehr noch an der vorderen Wand in der Weise ab, dass sie im unteren Drittel im ganzen Umfange des Rohres gleich stark entwickelt ist.

Sowohl von der inneren Rings- als auch äusseren Längsfaserhaut zweigen sich einzelne kleinere Bündelchen ab, um innerhalb der ersteren und ausserhalb der letzteren longitudinal nach abwärts zu verlaufen; besonders am untersten Viertel sind es einzelne grössere Bündel, welche sich von der Ringsschichte ablösen, um eine longitudinale Richtung einzuschlagen.

Die Sehnen der glatten Muskelbündel der Speiseröhre breiten sich nach Treitz[4] in der äusseren Faserhaut aus.

Die Fasern der Muscularis externa des menschlichen Oesophagus sind im ersten Viertel zum grössten Theile quergestreift. Es sind nur neben ihnen bald aussen von der Längsfaserhaut Bündel längslaufender, bald in der Ringsfaserhaut Bündel querlaufender, bald zwischen den Fasern der Ringsschichte Bündel längslaufender, glatter Muskelfasern anzutreffen.

Im zweiten Viertel treten die glatten Muskelfasern schon in solcher Menge auf, dass sie die quergestreiften bald verdrängen und zwar prävalirt ihre Menge im zweiten Viertel an der vorderen Wand in der Längs-, an der hinteren in der Ringsfaserhaut. Die Muscularis externa in der unteren Hälfte besteht nur aus glatten Fasern. Nach aussen ist die Muskelhaut von einer Faserlage begrenzt, die aus Bindegewebe und elastischem Gewebe mit prävalirender Längsrichtung zusammengesetzt ist.

Die Nervenstämme bilden zwischen Rings- und Längsfaserhaut stellenweise, besonders im unteren Viertel, eine fast zusammenhängende Schichte, durchbohren mit ihren Aesten die Ringsschichte, um in das submucöse Gewebe zu gelangen; in den zwischen Rings- und Längsschichte verlaufenden

1) Hyrtl: Zeitschrift der Gesellschaft der Aerzte zu Wien 1844, S. 145 und Treitz: Prager Vierteljahresschrift 1853, Bd. I.

2) Hyrtl l. c. 3) Schmauser: Dissertatio inaug. 1866.

4) Treitz l. c.

Nervenstämmen finden sich zwischen den Nervenfasern theils einzelne, von einer kernhaltigen Kapsel umschlossene Ganglienzellen, theils durch Fortsätze zusammenhängende Gruppen von Ganglienzellen; auch in der Schleimhaut sind im Verlaufe der kleineren Nervenstämme einzelne Ganglienzellen anzutreffen. Remak[1] hat an den Speiseröhren-Aesten des Vagus wirkliche Ganglien beschrieben.

Die Lymphgefässe verlaufen nach Teichmann[2] theils in der Mucosa, theils im submucösen Gewebe, bilden aber nicht ein doppeltes Capillarnetz wie im weiteren Darmrohre.

Im Oesophagus des Hundes bildet die Muscularis mucosae keine zusammenhängende Schichte wie beim Menschen, sie entwickelt sich in der Mitte des ersten Viertels aus vereinzelt auftretenden longitudinalen Bündeln, fasst dann in der unteren Hälfte an einzelnen Stellen die acinosen Drüsen zwischen sich, mit deren Ausführungsgängen einzelne Bündelchen bis nahe zum Epithel verlaufen. — Die Drüsen bilden hier eine durch die ganze Länge des Oesophagus zusammenhängende Schichte, deren Breite nach abwärts bedeutend zunimmt.

Im lockeren submucösen Gewebe liegen stellenweise Knoten eingestreut, die aus sternförmigen Netzen von elastischen Fasern zusammengesetzt sind und eine auffallend gelblich grüne Färbung haben.

Die äussere Muscularis des Oesophagus ist beim Hunde weit complicirter angeordnet als beim Menschen. Sie besteht nur in der oberen Hälfte des ersten Viertels aus einer äusseren, schwächeren Längs- und einer inneren stärkeren Ringsfaserhaut; in der unteren Hälfte des ersten und in der oberen des zweiten Viertels sind beide Schichten nahezu gleich stark und bestehen aus schief und aufeinander senkrecht verlaufenden Fasern; im untersten Theile des zweiten und im ganzen dritten Viertel ist die innere Schichte schwächer und zugleich Längsfaserhaut, die äussere stärker und Ringsfaserhaut. In der oberen Hälfte des letzten Viertels kommen stellenweise drei Schichten vor, eine innere Längs- und eine mittlere stärkste Rings- und eine äussere schwächste Längsfaserhaut; letztere aus der inneren und zum grössten Theile aus der mittleren, früher äusseren Schichte stammend. In der unteren Hälfte des letzten Viertels kommen constant drei Schichten vor: eine innere schiefe, eine mittlere stärkste quere und eine äussere schwächste, längslaufende Schichte.

Die Bündel der äusseren Muscularis haben somit keinen geradlinigen, sondern einen ausgesprochen spiralförmigen Verlauf.

Die glatten Muskelfasern treten in der Muscularis externa erst mit dem Anfange des letzten Viertels auf; sie beschränken sich aber auch da ausschliesslich auf die innere Schichte, welche erst hart über der Cardia nur aus glatten Muskelfasern besteht. Die übrigen Schichten sind bis zum Uebergange des Oesophagus in den Magen nur aus quergestreiften Muskelfasern zusammengesetzt.

Die Nerven sind in ähnlicher Weise wie beim Menschen angeordnet, nur ist die Menge der zwischen der inneren Längs- und der mittleren Ringsschichte verlaufenden Nervenstämme, in denen Ganglienzellen vereinzelt oder in grösserer Menge hinter einander liegend angetroffen werden, zahlreicher als beim Menschen.

Beim Kaninchen ist die Schleimhaut des Oesophagus der des Menschen,

1) Remak: Ueber peripherische Ganglien an den Nerven des menschlichen Nahrungsrohres. Müller's Archiv 1858. S. 189.

2) Teichmann: das Saugadersystem l. c.

die Muscularis externa jedoch der des Hundes ähnlicher. Das geschichtete Pflasterepithel nimmt nach abwärts an Tiefe zu. Die Schleimhaut ist im Allgemeinen lockerer als beim Menschen; dort, wo eine Muscularis mucosae existirt, besteht sie aus einem inneren Theile, der gewöhnlich ein zartes Netzwerk vorstellt und aus einem weit breiteren, äusseren Theile, der longitudinal verlaufendes zu parallelen Bündeln vereinigtes, fibrilläres Gewebe enthält, das besonders nach aussen grössere Gefässstämme trägt.

Die Papillen der Schleimhaut sind im oberen Theile seltener, ungleich gross, kegelförmig mit breiter Basis; nach abwärts werden sie zahlreicher, so dass sie schon im dritten Viertel dicht neben einander stehen.

Die Muscularis mucosae fehlt im Anfangstheile des Oesophagus, sie tritt erst im weiteren Verlaufe als spärliche kleine, nur aus einigen glatten Muskelfasern zusammengesetzte, longitudinal verlaufende und durch stärkere Lagen von Schleimhautgewebe auseinandergehaltene Bündel auf; erst im letzten Viertel bildet sie eine circa 0.04 Millim. breite, zusammenhängende Schichte, die von zahlreichen, zu den Papillen ziehenden Gefässen durchbrochen wird.

Acinöse Drüsen konnte ich im Oesophagus des Kaninchens nicht nachweisen. Die Muscularis externa, deren Breite im Mittel 0.85 bis 0.2 Millim. beträgt, besteht ebenso wie beim Hunde aus spiral verlaufenden Bündeln, die in folgender Weise angeordnet sind; im obersten Theile sind sie eine innere Rings- und eine äussere Längsschichte, beide nahezu gleich breit; im zweiten Viertel gehen die Rings- und Längsschichte in eine zur früheren senkrechte Verlaufsrichtung über, so dass im dritten Viertel ihre Anordnung ganz verschieden von der früheren ist; wir finden nämlich jetzt eine innere Längs-, eine mittlere Rings- und eine äussere Längsschichte. Im vierten Viertel ändert sich bloss die Breite dieser Schichten, während die Richtung dieselbe bleibt. Gegen den untersten Theil des Oesophagus nimmt die innere Schichte noch mehr ab, die mittlere und äussere aber zu. Die beiden ersten verbleiben in ihrer Richtung, die äussere hat jedoch mit dem grössten Theil ihrer Bündel eine schiefe Richtung eingeschlagen. — Die glatten Muskelfasern treten erst im vierten Viertel und zwar zuerst in der äusseren Längsfaserschichte auf, anfangs zwar nur mit kleinen Bündeln, die aber weiter nach abwärts an Zahl und Grösse so bedeutend zunehmen, dass sie bald über die quergestreiften Muskelfasern sowohl in der äusseren Längsschichte, als auch im äusseren Theile der mittleren Ringsschichte überwiegen. Im unteren Theile des letzten Viertels lösen die glatten Muskelfasern die quergestreiften nicht einfach ab, sondern treten in grosser Menge neu auf, so dass diese äusserste Schichte an Breite die beiden anderen nahe über der Cardia übertrifft.

RAVITSCH[1] hat für das Pferd, Kalb, Schwein, den Hund, die Katze und für das Kaninchen folgende Anordnung der glatten Muskelfasern gefunden:

Beim Pferde besteht die Muscularis des Oesophagus ganz aus quergestreiften Muskelfasern bis zur Verdickung desselben, etwa 20—25 Centim. über der Cardia; von hier an werden sie in der inneren Schichte der Muscularis von glatten Fasern vertreten, während sie in der äusseren Schichte eine Strecke nach der Cardia zu ihren Sitz noch behaupten.

Bei allen übrigen genannten Thieren reichen die quergestreiften Elemente in beiden Schichten des Oesophagus mehr oder weniger bis zur Cardia und endlich hören die quergestreiften Muskelfasern immer früher in der inneren als in der äusseren Schichte auf. Diesem letzten Befunde ist der meine, wie oben gezeigt wurde, am Oesophagus des Kaninchens entgegengesetzt. —

1) J. RAVITSCH: Ueber das Vorkommen quergestreifter Muskelfasern im Oesophagus der Haussäugethiere. VIRCHOW's Archiv, Bd. 27. S. 413.

Häufiger noch als beim Hunde sind Ganglienzellen sowohl zwischen den Fasern der in der Muscularis externa verlaufenden Nervenstämme, sowie im letzten Viertel wirkliche mikroskopische Ganglien zwischen der mittleren und äusseren Muskelschichte anzutreffen.

Der Oesophagus der Ratte ist in seiner Schleimhaut, was Epithel, Papillen, Mucosa und die Vertheilung der Muscularis mucosae anlangt, dem des Kaninchens ganz ähnlich. — Die Muscularis externa zerfällt im Allgemeinen in eine stärkere innere Rings- und in eine schwächere, äussere Längsfaserhaut. Stellenweise zeigt die Muscularis externa im untersten Theile eine innere stärkste schief, eine mittlere ringförmig und eine äussere schwächste, longitudinal laufende Schichte. Alle Schichten bleiben bis zur Cardia frei von glatten Muskelfasern.

In manchen Stücken weicht der Oesophagus der Vögel von dem der Säugethiere ab. Beim Huhn ist die Schleimhaut desselben von einem 0.5—0.8 Millim. breiten geschichteten Pflasterepithel bedeckt, seine obersten Zellen sind tafelförmig und durch eine breite, auffallend geschlängelte Zwischensubstanz von einander geschieden; die Zellen der mittleren Lagen sind polyedrisch, etwas in die Länge gezogen; die Zellen der tiefsten Schichte endlich sind rundlich, meist aber gegeneinander abgeplattet, und wo sie eine Papillen begrenzen, schief gegen die Längsaxe desselben gerichtet. —

Die Mucosa, die auf das Epithel folgt, ist ein dichter, aus breiteren und feineren, sich vielfach durchkreuzenden Fasern gebildeter Filz. Von der Oberfläche der Mucosa ragen auch hier zahlreiche, schmale, kegelförmige, gefässhaltige Papillen in das Epithel hinein.

Die Drüsen des Oesophagus sind Schläuche, die in der Mucosa sitzen und aussen von der Muscularis mucosae abgegrenzt werden und stellenweise mit ihrem Grunde zwischen die Bündel der Muscularis mucosae hineinragen. In ihrem Grunde zeigen sie 5—7 und noch mehr halbkugelige Ausbuchtungen, so dass sie acinösen Drüsen ähnlich sehen. Sowohl ihr Ausführungsgang, als auch ihre Ausbuchtungen sind von einer zarten Membrana propria begrenzt, die mit zierlichen, dünnen Epithelcylindern ausgekleidet sind. An gehärteten Präparaten trifft man die Cylinder gewöhnlich leer (Becherzellen), nur der abgeplattete, wandständige Kern ist zurückgeblieben. —

Diese Drüsen sind immer vereinzelt, stehen gegen den Kropf zu, sowohl am Hals als auch am Brusttheil der Speiseröhre viel spärlicher als entfernter von ihm und sind zugleich kleiner.

Die Muscularis mucosae bildet nach aussen von der Mucosa und ihren Drüsen eine zusammenhängende, aus longitudinal verlaufenden Bündeln glatter Muskelfasern bestehende Schichte, welche überall, wo der Grund einer Drüse an sie anstösst, etwas nach aussen gebaucht und dünner erscheint. Stellenweise zweigen sich von ihr kleine Muskelbündelchen ab, um eine Strecke ringsförmig zu verlaufen und dann wieder longitudinal einzubiegen. — Das submucöse Gewebe, das die grossen Gefässstämme in seinen Maschen eingelagert enthält, steht mit der Mucosa und mit der äusseren Faserhaut des Oesophagus im Zusammenhange. Die Muscularis externa ist nur aus glatten Muskelfasern zusammengesetzt, welche in grösseren und kleineren Bündeln zu einer inneren Ringsschichte und einer äusseren, meist etwas schwächeren Längschichte gruppirt sind. Zwischen Rings- und Längsschichte bilden die Nervenstämme eine fast zusammenhängende Lage, in welcher sich zahlreiche Ganglienzellen vereinzelt oder zu Plexus zusammenhängend vorfinden.

Gegen den Kropf zu wird sowohl die Mucosa, als auch die Drüsenzahl schwächer, nur die Ringsschichte nimmt im Verhältniss zur Längsschichte an Breite zu.

Am Kropfe selbst bleibt das Epithel wie im Oesophagus, ebenso die Papillen der Schleimhaut. Die Mucosa wird hier schwächer, die Drüsen fehlen.

Die Muscularis externa ist schwächer als im Oesophagus selbst. Die Muscularis mucosa kommt an Breite der des Oesophagus gleich und ist stellenweise in eine innere Rings- und in eine äussere Längsschichte gesondert.

Hasse[1] hat für den Oesophagus der Tauben im cervicalen Theile und im Kropfe keine Drüsen, im Brusttheile jedoch Drüsen gefunden, welche daselbst in Form von bauchigen Flaschen mit langem, engem Halse und mit einer pflasterförmigen Zellenart ausgekleidet vorkommen. Bei brütenden Tauben sah er an den Seitentheilen des Kropfes eine bedeutende Verdickung eintreten. Es ist dies zurückzuführen auf eine Wucherung von mit Fett gefüllten Epithelien, ähnlich wie solche bei der Milchabsonderung der Säugethiere vorkommen.

Beim Wassersalamander, sowie auch beim Frosche geht die Schleimhaut der Mundhöhle hinter der Zunge direct in die Schleimhaut des nun zu einem geschlossenen Schlauche umgewandelten Tractus intestinalis über.

Die Speiseröhre des Triton besteht aus Epithel, Mucosa, Muscularis externa und aus einer diese umhüllenden Faserlage. Das Epithel ist ebenso wie das der Mundhöhle ein Cylinderepithel. Die einzelnen Zellen sind konisch in einen längeren oder kürzeren Fortsatz ausgezogen, die der freien Oberfläche zugekehrte Basis mit gleichmässig langen Flimmerhaaren besetzt. Was die Form dieser Zellen anlangt, so sind sie entweder gleichmässig kegelförmig oder an ihrem der Oberfläche zugekehrten Theile stark bauchig und dann sich rasch zu einem langen Fortsatz ausziehend oder sie zeigen frisch untersucht in dem gegen die Tiefe gekehrten Fortsatz noch eine kernhaltige Anschwellung. Zwischen den nach der Tiefe gerichteten Fortsätzen der obersten Zellenreihe schieben sich spindelige Zellen ein und zwischen diesen finden sich stellenweise noch rundliche Zellen mit relativ grossem Kerne.

An Querschnitten der longitudinalen Schleimhautfalten zeigen sich die in die Tiefe gekehrten Fortsätze der kegelförmigen, flimmertragenden Zellen nicht senkrecht auf die Oberfläche gerichtet, sondern gegen die Schleimhaut im Bogen gekrümmt. Dabei scheinen diese Fortsätze an vielen Stellen mit den Elementen der Schleimhaut im Zusammenhange zu stehen. —

Die Schleimhaut besteht aus breiteren Bindegewebsbündeln, welche gegen die Muscularis externa locker angeordnet sind, grössere Maschen formiren, gegen das Epithel jedoch dichter nebeneinander gelegen sind. Zwischen den Bündeln der Muscularis externa dringen Bindegewebsbalken senkrecht gegen die Oberfläche, kreuzen sich beim Eintritte in die Schleimhaut ein oder auch mehrere Male und bilden dadurch zahlreiche grosse Lücken, in denen ein dünnwandiges, grosses Gefäss liegt, oder welche nur mit Epithel ausgekleidet, wahrscheinlich dem Lymphgefässsystem angehören. — In diesen gegen die Oberfläche ziehenden Balken ist eine wechselnde Anzahl spindeliger Elemente mit stäbchenförmigen oder in die Länge gezogenen Kernen vorhanden, welche spindelige Zellen direct aus den innersten Bündeln der Muscularis externa abstammen und daher als glatte Muskelzellen betrachtet werden müssen.

Demgemäss fehlt auch eine selbständige Muscularis mucosae. In den kleineren, oft zierlichen Maschen der Mucosa liegen vereinzelt grosse unregelmässige oder rundliche Protoplasma-Körper.

Die Muscularis externa besteht nur aus glatten Muskelfasern, deren Contouren gerade oder nur wenig ausgebogen sind, und deren Kern langgezogen, oft zugespitzt erscheint. Sie ist nicht überall gleich breit und besteht auch nicht überall im

1) C. Hasse: Ueber den Oesophagus der Tauben etc. Henle und Pfeufer's Zeitschrift. 3 Reihe, Bd. 23, S. 101.

ganzen Umkreise aus zwei deutlichen Schichten, vielmehr durchflechten sich die äusseren Bündel vielfach mit den inneren, so dass man an einem Querschnitte ein dichtes, nur durch spärliches Bindegewebe unterbrochenes Flechtwerk von Muskelfasern findet. Häufig ist jedoch die Richtung der inneren Bündel horizontal, die der äusseren schief oder seltener longitudinal.

Drüsen kommen keine vor.

Am Oesophagus des Frosches ist die Schleimhaut mit einem ebenso breiten und ebenso geformten, flimmertragenden Cylinderepithel bedeckt, wie eben für Triton beschrieben wurde. An in Alkohol gehärteten Präparaten sieht man auf lange Strecken keine anderen als Becherzellen.

Die Schleimhaut ist mächtig entwickelt, ihre Bündel ziehen parallel neben einander in horizontaler Richtung von aussen nach innen, um unter dem Epithel in eine zur Oberfläche parallele Richtung abbiegend sich zu durchflechten. Der an die Muscularis externa angrenzende Theil (submucöses Gewebe) enthält in seinen Maschen die grösseren Gefässstämme.

Die acinösen Drüsen bilden beim Frosch eine 0.4—0.5 Millim. breite, fast zusammenhängende Schichte. Die Acini sind ungleich gross, rundlich oder oval. Das Epthel, mit dem sie ausgekleidet sind, besteht aus dicht liegenden, rundlichen oder gegen einander abgeplatteten, kubischen oder cylindrischen Zellen. — Eine eigene Muscularis mucosae fehlt im oberen Theile ganz, im unteren ist jedoch stellenweise ausserhalb der Drüsen eine nicht sehr starke Schichte longitudinal verlaufender glatter Muskelfasern vorhanden, von welcher, sowie von der Ringsschichte der äusseren Muscularis im oberen Theile einzelne Bündelchen zwischen die Drüse einziehen.

Die Muscularis externa besteht überall aus einer inneren Rings- und aus einer äusseren Längsschichte. Von der die Muscularis umhüllenden äusseren Faserhaut ziehen kleinere und grössere Faserbündel zwischen die Muskelbündel ein, bilden hier die Septa derselben und die Träger der grösseren Gefäss- und Nervenzweige, sowie der capillaren Blutgefässe und der kleinsten Nervenäste. —

Bevor wir nun zur Histologie des Magen's übergehen, wollen wir den Uebergang der einzelnen Schichten des Oesophagus in die der Cardia näher in's Auge fassen. Beim Oesophagus des Menschen reicht das geschichtete Pflasterepithel bis zur Cardia, wo es mit einem gezackten Rande aufhört und vom Cylinderepithel abgelöst wird. — Die Mucosa im engeren Sinne wird wegen der in derselben neu auftretenden Drüsen rasch breiter, so dass die Muscularis mucosae vom Epithel immer mehr abbiegt und dabei auch an Dicke abnimmt.

Das submucöse Gewebe nimmt an der Cardia im Allgemeinen an Breite ab und ist in einen inneren lockeren und in einen äusseren, dichteren Abschnitt getheilt; im ersteren liegen die grossen Gefässstämme, letzterer dringt mit seinen Bündeln zwischen die Bündel der Muscularis externa ein.

Acinöse Drüsen fehlen unmittelbar über der Cardia.

Die Muscularis externa zeigt die wichtigsten Veränderungen. Die Ringsmuskulatur, welche sich direct in jene der Cardia fortsetzt, ist über derselben am stärksten entwickelt; an der Cardia selbst und unter derselben nimmt sie wieder an Stärke ab. — Ganz ähnlich verhält sich die Längsmuskulatur, nur kreuzen sich ihre Bündel wiederholt unter einander, so dass sie ein dichtes Geflecht bilden. Zugleich ziehen einzelne derselben nach der Durchflechtung

in die Ringsmuskulatur ein, indem sie die äussersten Bündel der letzteren umgreifen, um weiter nach innen einzudringen.

Nach Henle[1] enden die Längsfasern des Oesophagus zum kleineren Theile an der Cardia, die meisten gehen auf den Magen über und fahren nach verschiedenen Richtungen auseinander. Von den Fasern der rechten Hälfte des Oesophagus setzt sich der mittlere Theil ununterbrochen und in dichten Massen auf die obere Curvatur des Magens fort, die übrigen strahlen auf der vorderen und hinteren Magenwand in schmalen divergirenden, netzförmig zusammenhängenden Bündeln gegen die untere Curvatur aus, ohne sie zu erreichen.

Aus der linken Oesophagus-Hälfte treten nur zarte Bündel auf den oberen Rand des Fundus über. An die rechts und links ausstrahlenden Längsfasern des Oesophagus schliessen sich Bündel, welche leicht aufwärts gekrümmt und aus der horizontalen in die verticale Richtung übergehend über die vordere und hintere Fläche des Magens ziehen. Diese beiden Züge schleifenförmiger Fasern, welche sich an der vorderen und hinteren Magenwand abwärts von der Cardia kreuzen, sind die Fortsetzungen der Ringsfaserschichte des Oesophagus.

An der Cardia des Hundes wird das geschichtete Pflasterepithel ebenso wie beim Menschen durch ein einfaches Cylinderepithel ersetzt; die Mucosa wird an der Cardia selbst schwächer, da die daselbst auftretenden Drüsenschläuche nur allmählig an Grösse zunehmen, demgemäss biegt auch die Muscularis mucosae, die im untersten Abschnitte des Oesophagus mit ihren Bündeln auf ein 0.5 Millim. breites Areal zwischen den Drüsen zerstreut war, jetzt nach innen ab, um am Grunde der an der Cardia neuauftretenden Schläuche eine zusammenhängende Schichte zu bilden. Die acinösen Drüsen der Mucosa des Oesophagus hören jedoch nicht über der Cardia selbst auf, sondern erstrecken sich rasch kleiner werdend noch auf eine Strecke von 3 Millim. unterhalb der Linie, an welcher das Cylinderepithel des Magens beginnt, in diesem fort. Es sind diess, obwohl seltener, nur mehr die untersten Läppchen einer Drüse, deren Ausführungsgang meist gerade an der Grenzlinie zwischen Oesophagus und Magen ausmündet, so dass oberhalb der oberen Wand am inneren Ende des Ausführungsganges das geschichtete Pflasterepithel des Oesophagus aufhört, unterhalb der unteren Wand aber das Cylinderepithel des Magens beginnt. In anderen Fällen finden sich jedoch noch zwei Reihen von acinösen Drüsen am oberen Anfange des Cardiatheiles, die mit ihren Ausführungsgängen zwischen den hier sich entwickelnden Schläuchen mit engerem Lumen ausmünden.

Das submucöse Gewebe des Oesophagus nimmt beim Uebergange in die Cardia des Magens ebenfalls an Breite ab; nur die Muscularis externa verhält sich bei ihrem Uebergange folgendermassen:

---

1) Henle: Splanchnologie, Seite 161.

Die der Cardia zunächst gelegenen, nur aus glatten Muskelfasern bestehenden Bündel der inneren Schichte des Oesophagus legen sich, nachdem sie an Mächtigkeit bedeutend zugenommen haben und in eine vollständige Querrichtung übergegangen sind, ohne besonders markirte Abgrenzung an die ebenfalls sehr mächtigen Bündel der Ringsfaserhaut des Magens an; die von der Cardia entfernteren Bündel der inneren Schichte ziehen, indem sie aus der schiefen in die Längsrichtung übergehen, in die äussere Längsmuskulatur des Magens über, deren innersten Theil sie bilden. Sie bestehen vorwiegend aus glatten Muskelfasern und müssen, um in die Längsfaserhaut des Magens zu gelangen, aussen um die hart an der Cardia gelegenen queren Bündel der inneren Schichte verlaufen. Die mittlere, querlaufende Lage des untersten Theiles des Oesophagus hört rasch an Breite abnehmend grösstentheils an der Cardia auf, indem nur einzelne quergestreifte Muskelfasern mit dem kleineren Theile der äusseren Längsmuskelhaut des Oesophagus in die äussere längslaufende Muskelschichte des Magens übergehen, in der sie den äussersten Theil bilden. Zwischen den überwiegend quergestreiften Fasern dieses äussersten Theiles treten vereinzelte Bündel glatter Muskelfasern auf. Der mittlere, zugleich stärkste Theil der äusseren Längsmuskelhaut taucht an der Cardia selbst auf und besteht nur aus glatten Muskeln. Es schiebt sich somit an der Cardia diese Lage glatter Muskelfasern zwischen die aus den entfernter gelegenen Theilen der inneren Schichte des Oesophagus herkommenden, vorwiegend aus glatten Muskeln bestehenden Bündel, und die aus der äusseren Längsfaserhaut sich entwickelnden, quergestreiften Muskelfasern ein.

Gerade nach dem Durchtritte des Oesophagus durch das Foramen oesophageum finden sich in der äusseren Faserhülle vereinzelte, schief und querlaufende, quergestreifte Muskelbündelchen. Ob diese aus der Längsfaserhaut der Muscularis des Oesophagus stammen, oder aus der Umgebung heranziehen, bin ich für jetzt nicht in der Lage, zu entscheiden.

Beim Kaninchen verhält sich die Schleimhaut beim Uebergange des Oesophagus in die Cardia ähnlich wie beim Menschen, die Muscularis externa jedoch weicht sowohl von der des Menschen als auch von der des Hundes ab.

Die innere Längsschichte hört nämlich, indem ihre Bündel an Zahl und Grösse abnehmen, mit dem Ende des Oesophagus ganz auf, während sowohl die mittlere Rings- als auch die äussere Längsschichte, nachdem sie fast ganz aus glatten Muskelfasern zusammengesetzt sind und an Breite zugenommen haben, beide nahezu in gleicher Stärke und jede für sich in die Rings- und Längsschichte der Cardia übergehen.

Beim Triton treten am unteren Ende des Oesophagus in einer nahezu ringförmigen Zone über der Cardia einzelne acinöse Drüsen auf, die einen ähnlichen Bau zeigen, wie die des Oesophagus des Frosches; sie gehen direct in die tubulösen Pepsindrüsen der Cardia über, indem ihr Ausführungsgang kürzer wird und ihre Acini an Zahl und Grösse abnehmen.

Die um die erwähnten acinösen Drüsen in kleinen Bündeln neu auftretenden glatten Muskelfasern ordnen sich, sowie rein tubulöse Drüsen auftreten, in eine selbständige, nach aussen von den Drüsenschläuchen verlaufende Muscularis mucosae. — Die Bündel der Muscularis externa, welche im unteren Theile des Oesophagus nicht strenge in zwei gesonderten Lagen verlaufen, gruppiren sich nun zu einer inneren Rings- uud einer äusseren Längsschichte.

Die Veränderungen, welche am Oesophagus des Frosches bei seinem Uebergange in die Cardia auftreten, erstrecken sich auf alle Theile. Der innerhalb der acinösen Drüsen, zwischen diesen und dem Epithel gelegene Theil der Schleimhaut nimmt in dem Maasse an Breite ab, als die Ausführungsgänge der Drüsen kürzer werden. Dabei nehmen die Drüsen selbst an Grösse ab, rücken näher aneinander und gehen allmählig in die anfangs am Grunde ausgebuchteten, später mehr gestreckten Pepsinschläuche über.

Es hat somit eigentlich die Mucosa nur eine Verschiebung in topographischer Beziehung erlitten, da sie sich früher zwischen Epithel und Drüsen, jetzt aber zwischen den Drüsen selbst ausbreitet, dabei zugleich an der Cardia gegenüber dem unteren Ende des Oesophagus an Breite abgenommen hat.

Ganz nahe über der Cardia tritt ausserhalb der Drüsen bleibend eine Muscularis mucosae in Form von theils rings-, theils längslaufenden oder sich durchkreuzenden Bündeln glatter Muskelfasern auf, welche Bündel in dem Maasse, als die Drüsen der Oberfläche naherücken, ebenfalls nach inneu abbiegen, um, da sie sich immer au den äusseren Rand der Drüseu halten, an der Cardia selbst am Grunde der Drüsenschläuche eine zusammenhängende Muscularis mucosae zu formiren.

Das submucöse Gewebe des Oesophagus nimmt, sowie die acinösen Drüsen sich zu verändern beginnen, bedeutend an Breite zu, um dann, wenn bereits in der Mucosa Schläuche auftreten, schwächer zu werden.

Dio äussere Muskulatur nimmt gegen die Cardia an Breite zu und ordnet sich so an, dass hier wie beim Hunde die Ringsschichte am oberen Ende des Magens gewissermaassen einen Sphincter darstellt.

An der Cardia ziehen zahlreiche Bündel aus dem äusseren Theile der Ringsschichte schief gegen den inneren Theil der Längsschichte, um in diese weiter unten einzugehen, nachdem sie sich mit den aus dem inneren Theile der Längsfaserhaut stammenden und schief nach abwärts gerichtet in den äusseren Theil der Ringsfaserhaut einziehenden Bündeln gekreuzt haben.

D. Magen.

Die Schleimhaut des Magens ist im Allgemeinen auf der Muskelschichte leicht verschiebbar, sie hängt mit ihr durch ein sehr lockeres, submucöses Gewebe zusammen und legt sich daher bei leerem Magen oder bei der Contraction seiner Muskeln in zahlreiche, quere, longitudinale und unter schiefen Winkeln oder netzförmig zusammenstossende, grössere und kleinere Falten. Besonders

ausgesprochen findet sich dies am blinden Magengrunde, sowie in dem grösseren linken Theile der Magenflächen, während an dem dem Pylorus zunächst gelegenen Abschnitte, besonders deutlich ausgeprägt beim Kaninchen, wo die Schleimhaut inniger mit der Muskelschichte zusammenhängt, die Falten der ersteren entweder gänzlich fehlen oder nur spärlich auftreten.

Das Epithel ist ein einfaches Cylinderepithel, das sich beim Menschen von dem Rande der Cardia angefangen, gleichmässig über die ganze Magenoberfläche erstreckt. Die einzelnen Epithelzellen sind cylindrisch oder abgestutzt, kegelförmig und sind an in Chromsäure gehärteten Präparaten auf weite Strecken Becher. (Vide Dünndarm.)

Die Mucosa des Neugebornen nimmt von der Cardia an gegen den Pylorus, obwohl nicht überall gleichmässig, an Stärke zu. In ihr sind die schlauchförmigen Drüsen des Magens, eine hart an der anderen und nur durch spärliches Gewebe von einander getrennt, eingebettet. — An der Cardia beginnen sie als kurze Einstülpungen der Schleimhaut, nehmen jedoch rasch an Länge zu und stellen dann weiterhin cylindrische Schläuche vor, um einzeln oder zu zwei selbst drei mit breiterem Lumen zu münden. Der Grund der Schläuche ist in den meisten Fällen etwas kolbig angeschwollen, eingerollt oder gedreht, an der Cardia und am Pylorustheile auch ausgebuchtet oder in zwei und mehrere kleinere, cylindrische Aeste getheilt. Im Allgemeinen ist die Menge der ungetheilten Schläuche im Fundus, die der getheilten von der Mitte der grossen Curvatur angefangen bis gegen den Pylorus prävalirend. An dem letzteren selbst nehmen die Schläuche, je mehr man sich dem Uebergange in das Duodenum nähert, allmählig die gestreckte, einfache Form an.

Nach Bischoff [1] sollen im Pylorustheile besondere Formen von Drüsen vorkommen; nach Ecker [2] wieder ausser den in der Pylorusgegend vorkommenden acinösen überall nur schlauchförmige Drüsen. Kölliker [3] fand an einer schmalen Zone der Cardia und der blassen Pyloruszone zusammengesetzte, schlauchförmige, im grossen mittleren, während der Verdauung lebhaft rothen Abschnitte des Magens aber nur einfache, schlauchförmige Drüsen.

Das cylindrische Epithel setzt sich in verschiedener Tiefe in die Drüsenschläuche fort. Die Drüsen am oberen Rande der Cardia sind ganz und gar mit Cylinderepithel ausgekleidet. — In der Entfernung eines halben bis zwei Millim. unter der oberen Grenzlinie der Cardia wird das die Schläuche auskleidende Cylinderepithel vom Grunde der Drüsen angefangen durch kugelige oder gestreckte, oft Biconvexlinsen ähnliche, dunkle oder blasse, stark granulirte Zellen verdrängt. Dieses Verdrängtwerden schreitet rasch nach oben vor, sodass alsbald die Schläuche bis zu ihrem obersten Drittel mit Pepsinzellen ausgekleidet erscheinen. Also findet man die Verhältnisse bis beiläufig über

1) Müller's Archiv 1838. S. 513.
2) Zeitschrift für rationelle Medicin. N. F. Seite 243.
3) Gewebelehre, S. 400 und 402.

die Mitte der grossen Curvatur. Von der Mitte der grossen Curvatur angefangen, fängt das Cylinderepithel wieder an, weiter nach abwärts zu reichen und je näher dem Pylorus, desto grössere Strecken auszukleiden und endlich die Pepsinzellen auch vom Grunde der Schläuche zu verdrängen. Dabei waltet jedoch im Einzelnen keinerlei Gesetzmässigkeit ob, indem man nicht weit von der Mitte der grossen Curvatur Schläuche antrifft, die fast ganz mit Cylinderepithel ausgekleidet sind, andererseits am Pylorustheile noch solche vorhanden sind, in denen die grössere Hälfte Pepsinzellen enthält. Immerhin findet man schon am Pylorustheile zahlreiche, in einzelnen Fällen fast alle Drüsenschläuche, einfache und zusammengesetzte, häufiger wohl letztere, ganz von Cylinderepithel ausgekleidet neben solchen, in denen stellenweise die Seiten der Schläuche, stellenweise der Grund mit Pepsinzellen belegt ist oder neben solchen, in denen der kleinere Theil mit Cylinderepithel bekleidet ist.

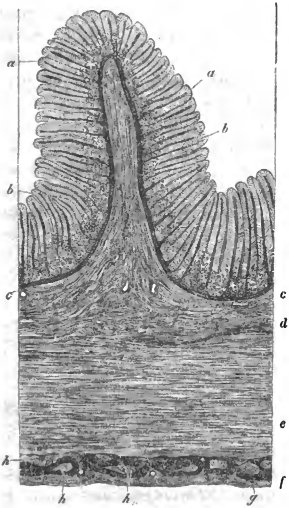


Fig. 106. Querschnitt durch den Magen-Fundus eines Kindes. *aa* Cylinderepithel. *bb* Pepsinschläuche. *cc* Muscularis mucosae. *dd* submucöses Gewebe. *e* Ringsmuskelschichte. *f*. Längsmuskelschichte. *g* Peritoneum. *h* Auerbach'sche Ganglien.

Beim Neugebornen reicht das Cylinderepithel überall auch am Fundus weiter, als bis zur Hälfte der Schläuche in diese hinein. Es kann somit nach dem eben Gesagten von einem Gegensatze zweier Arten von Drüsenschläuchen, solcher, die mit Labzellen und solcher, die mit Cylinderepithel ausgekleidet sind, nicht in dem Sinne die Rede sein, wie es von Henle[1], Kölliker[2], Donders[3] und Leydig[4] dargestellt wurde. — Gerlach[5] hat dagegen schon bemerkt, dass, obwohl das Cylinderepithel am Pylorustheile tiefer in die Schläuche sich erstreckt als im Fundus, doch daselbst auch Drüsen angetroffen werden, deren Grund nicht mit Cylinderepithel ausgekleidet. Mayer[6] und selbst Henle[7] haben in dem Magen eines Hingerichteten am Pylorustheile die Drüsenschläuche mit Pepsinzellen ausgekleidet gesehen.

1) Splanchnologie, S. 157. 2) Würzburger Verhandlungen, IV. S. 52.
3) Physiologie, S. 204. I. Bd. 4) Histologie, S. 293. 5) Gewebelehre, S. 303.
6) Berichte der Freiburger naturwiss. Gesellschaft. Nr. 9. S. 147. 7) l. c. S. 159.

Die Wand der in der Mucosa des Magens befindlichen Drüsen ist structurlos. Henle[1] hat in ihr, sowie auch an der Membrana propria anderer Drüsen kleine, sternförmige Zellen gesehen, welche an Präparaten, die längere Zeit in chromsaurem Kali gelegen haben, glatt und sehr feinkörnig waren. Vom Zellenkörper sah Henle in der Ebene der Drüsenmembran nach allen Seiten drei bis zehn Fortsätze abgehen, die, am Ursprunge breit oder schmal sich allmählig verjüngen, verästeln und durch ihre Aeste zusammenhängen. Deswegen schien es ihm auch wahrscheinlich, dass diese Zellen nervöser Natur seien, obgleich er ihren Zusammenhang mit Nervenfasern vergeblich gesucht hat.

Das Gewebe der Mucosa ist entweder ein fibröses Maschenwerk oder adenoides Gewebe. Die mit den Gefässen aus dem submucösen Gewebe zwischen den Bündeln der Muscularis mucosae durch und in die Mucosa eintretenden Bündel von feinen Bindegewebsfasern verflechten sich vielfach zwischen den Drüsenschläuchen und führen zwischen ihren Fasern eine wechselnde Menge von Lymphkörperchen; stellenweise jedoch sowohl zwischen dem Grunde zweier Drüsenschläuche, als auch unter der Oberfläche der Schleimhaut findet sich zwischen feineren Gefässen und mit ihnen zusammenhängend ein adenoides Netzwerk von Zellen, in dessen Maschen Lymphkörperchen liegen.

Die Muscularis mucosae[2] beim Neugebornen 0.01—0.05 Millim., beim Erwachsenen 0.05—0.1 Millim. breit, gränzt als zusammenhängende Schichte die Mucosa von dem submucösen Gewebe ab und liegt somit in flächenhafter Ausbreitung aussen dem Grunde der Drüsenschläuche an. Die Bündel dieser Muscularis mucosae verlaufen von der Cardia angefangen nicht einfach in longitudinaler Richtung, sondern die inneren Bündel ziehen stellenweise ringförmig, stellenweise schief, die äusseren longitudinal oder schief. Wo die Bündel der einen oder der anderen Schichte schief verlaufen, durchkreuzen sie sich und gehen, wenn sie früher aussen und Längsbündel waren, nach der Durchkreuzung in die innere Ringsschichte ein. Umgekehrt verhalten sie sich, wenn sie vor der Durchkreuzung der inneren Ringsschichte angehörten, indem sie nach der Durchkreuzung in die äussere Längsschichte sich begeben.

Sowohl von der inneren, als auch von der äusseren Längsschichte der Muscularis mucosa zweigen sich kleinere Bündel ab, welche am Grunde zwischen zwei Schläuchen in die Schleimhaut einziehen. Hier zerfahren sie entweder gleich, oder sie kreuzen sich, wenn sie nicht unter einem rechten Winkel von der Muscularis mucosae abgehen, mit einem benachbarten Bündel, um dann erst sich aufzulösen und gewissermaassen als eine aus senkrecht gegen die Oberfläche ziehenden, glatten Muskelfasern gebildete Tasche die einzelnen Schläuche zu umhüllen. Die Menge der Muskelfasern nimmt gegen die Oberfläche stets ab. Wo einzelne Muskelfasern bis unter das Epithel reichen, bie-

1) Henle: l. c. S. 46. 2) Middeldorpf: de glandulis Brunnianis Vratisl. 1846 und Brücke · Druckschriften der Wiener k. k. Akademie der Wissensch. 1850.

gen sie in einer zur Oberfläche parallelen Richtung um und sind dann im subepithelialen Gewebe nicht weiter zu verfolgen, oder sie ziehen zwischen die stellenweise unter dem Epithel parallel zur Oberfläche verlaufenden Fasern eines neuen Bündels ein.

Das submucöse Gewebe, das mit in die Falten der Schleimhaut einbezogen ist, gleicht dem des Oesophagus, steht in derselben Weise wie dort mit den Septis der Muscularis externa und der äusseren Faserlage, hier mit dem Peritonealüberzuge, ferner den Septis der Muscularis mucosae und mit der Mucosa selbst in Verbindung.

Die Breite des submucösen Gewebes im Magen des Neugeborenen beträgt an gehärteten Präparaten im Mittel 0.35 Millim.

Lymphfollikel, als einzelne Glandulae lenticulares, oder zu Peyer'schen Plaques vereinigt, wie sie hauptsächlich von Frerichs [1], Bruch [2], Bischoff [3] und Kölliker [4] für den Magen angegeben werden, finde ich bei keinem der von mir untersuchten Thiere und auch beim Menschen nicht. Wohl aber kommt es vor, dass die Mucosa des Erwachsenen stellenweise stärker infiltrirt ist, ohne dass aber diese Stellen besonders abgegrenzt wären. Nur an der Oberfläche ragen sie etwas hervor und geben so Veranlassung zur Annahme besonderer lenticulärer Drüsen.

Ueber die Lymphgefässe des Magens wissen wir durch Teichmann [5], dass sie (beim Hunde) ein oberflächliches, unterhalb der blindsackartigen Endigung der Drüsenschläuche gelegenes, und ein tieferes zwischen Muscularis mucosae und Muscularis externa, also im submucösen Gewebe gelegenes Netzwerk bilden. In dem ganzen Drüsenpolster kommt nichts von derartigen Gefässen vor. Mit dem Lymphcapillarsysteme der Serosa communiciren die besagten Gefässnetze nicht direct, sondern das Zusammentreffen geschieht erst mittelst klappenführender Stämme.

Die Nerven des Magens besitzen, wie Remak [6] gezeigt hat und wie von vielen Histologen bestätigt wurde, sowohl in der Muscularis externa, als auch im submucösen Gewebe zahlreiche Ganglien. Ich finde beim Neugebornen, dass die meisten Ganglien zwischen den Bündeln der Längsfaserhaut gelegen sind, dabei sich nach aussen bis unter den Peritonealüberzug, nach innen bis zur Ringsmuskelschichte erstrecken und stellenweise eine zusammenhängende Kette darstellen. Im submucösen Gewebe bilden die Nerven ebenso wie im übrigen Darmkanale Plexus, in denen sich, wie oben angeführt wurde, ebenfalls zahlreiche Ganglien finden.

Die Muscularis externa beträgt am Anfange der grossen Curvatur beim Neugebornen 0.95—1.1 Millim. Davon kommt auf die Ringsmuskelschichte 0.7—0.85 Millim. Die Bündel dieser letzteren verlaufen hier nicht einfach parallel neben einander, sondern durchkreuzen sich mannigfaltig.

---

1) l. c. 2) Zeitschrift für rationelle Medicin, Bd. VIII. S. 276.
3) l. c. Taf. XIV. Fig. 4. 4) Gewebelehre, S. 403.
5) Teichmann: Das Saugadersystem etc. a. a. O. 6) a. a. O.

Die Bündel der Längsmuskelschichte schicken Zweigbündel ab, welche in schiefer Richtung nach mehrfacher Kreuzung in die Ringsschichte eingehen. Auch in das submucöse Gewebe dringen kleinere Bündelchen ein, die mit dem inneren Theile der Ringsschichte zusammenhängen und den später zu erwähnenden Fibrae obliquae entstammen. Sie endigen nach Treitz [1] mit elastischen Sehnen in der Schleimhaut.

In dem grösseren Abschnitte des Fundus ist eine deutliche Sonderung der Muscularis externa in eine innere Rings- und in eine äussere 0.25 Millim. breite Längsschichte wahrzunehmen.

Je mehr man sich an der grossen Curvatur dem Pylorus nähert, desto stärker wird die äussere Muskelhaut, und zwar betheiligt sich an der Zunahme fast nur die Ringsschichte, indem diese (beim Kinde) bis 1.144 Millim. steigt. Diese letztere strahlt mit ihren Bündeln sowohl gegen die vordere, als auch gegen die hintere Fläche aus und zwar in schiefer Richtung.

Die am meisten nach innen, innerhalb der eigentlichen Ringsschichte gelegenen Fibrae obliquae des Magens wurden von Gillenskoeld [2] genau und im Zusammenhange studirt. Nach ihm ist die Schichte der schief verlaufenden Fasern nicht so scharf von den ringsförmigen geschieden, wie diese von den Längsfasern, sondern die Fibrae obliquae hängen mit den Fibrae circulares zusammen und gehen beide ineinander über. Die Obliquae umgürten die Cardia wie eine Bandschleife und nehmen ihren Weg auf der vorderen und Rückseite des Magens bis zum Antrum Pylori. Man unterscheidet mit ihm am besten zwei Portionen der Obliquae: die eine obere horizontal laufende reitet gabelförmig auf dem linken Cardiatheile und erstreckt sich bis zum Antrum pyloricum selbst, die zweite Portion besteht aus kürzeren, nach unten laufenden Bündeln, welche früher in die Ringsschichte eingehen. — Am Pylorus selbst beim Uebergange ins Duodenum erreicht die Ringsmuskelschichte beim Kinde die Breite von 2.64 Millim., während die Längsfaserhaut auf ein Minimum reducirt erscheint, da die meisten Bündel derselben schon früher in die Ringsschichte eingezogen sind. Mit diesem Sphincter, der die Valvula pylori erzeugt, ist der Uebergang des Magens in das Duodenum gegeben. Gerade mit dem Abbrechen des Sphincter pylori treten jedoch noch andere Veränderungen ein; die Drüsenschläuche der Mucosa sind alle einfach geworden, gleich breit, ganz mit Cylinderepithel ausgekleidet; sie heissen jetzt Lieberkühn'sche Krypten.

In dem submucösen Gewebe treten hart an die Muscularis mucosae grenzend acinöse Drüsen (Brunner'sche Drüsen) auf, die am Beginne klein, rasch grösser werden und mit ihren Ausführungsgängen die Muscularis mucosae und die Mucosa selbst durchbrechen. Sowie die ersten Läppchen dieser Drüsen auftreten, zweigen sich von dem äusseren Theile der Muscularis mucosae

1) Treitz: Prager Vierteljahresschrift etc. l. c. 2) Gillenskoeld: Ueber die Fibrae obliquae im Magen. Archiv für Anatomie und Physiologie, 1862. Heft 2.

einzelne Bündelchen ab, die eine ganz kurze Strecke ausserhalb der Drüsen verlaufen und diese von dem übrigen submucösen Gewebe abgrenzen.

Die acinösen Drüsen treten somit erst mit dem Anfange des Duodenum auf.

Beim Hunde beginnen die Drüsenschläuche der Mucosa ebenso wie beim Menschen als anfangs kurze Einstülpungen der Schleimhaut, in die das Cylinderepithel der Oberfläche sich fortsetzt und dieselben auskleidet. Sie sind am Beginne der Cardia in ihrem Grunde getheilt und unregelmässig ausgebuchtet. Etwa 3 Millim. tiefer nehmen sie die Form einfacher, am Grunde ausgebuchteter Schläuche an. Auch werden die Cylinderzellen in der Tiefe des Schlauches bereits durch Labzellen ersetzt, welche sich allmählig höher hinauf erstrecken. Dabei nehmen die Drüsen an Grösse zu. Jede Drüse mündet entweder für sich, oder es münden deren mehrere zusammen.

Von der Mitte der grossen Curvatur ab werden die Pepsinzellen wieder durch das Cylinderepithel verdrängt und zwar in ähnlicher Weise wie beim Menschen. —

Die Breite der Mucosa nimmt ebenso wie beim Menschen gegen den Pylorus auch beim Hunde zu. Zu der Muscularis mucosae tritt an der Cardia dort, wo die Drüsenschläuche mit Pepsinzellen ausgekleidet zu werden anfangen, zu den aus dem Oesophagus sich fortsetzenden, längslaufenden Bündeln glatter Muskelfasern, nach innen zu eine anfangs schwache, bald jedoch mächtiger werdende Schichte ringsförmig verlaufender Muskelfasern hinzu. Die Breite der Muscularis mucosae ist wechselnd, im Fundus beträgt sie 0.1 — 0.25 Millim. und ist hier deutlich in eine innere Rings- und in eine äussere Längsschichte gesondert. Sonst zeigt sie dieselben Verhältnisse in Bezug auf Kreuzung und Verlauf ihrer Bündel wie beim Menschen.

Die Menge der in die Mucosa zwischen den Drüsen eindringenden Muskelfasern ist beim Hunde grösser als beim Menschen.

Die Schleimhaut des Kaninchen-Magens nimmt von der Cardia gegen den Fundus an Dicke ab und von hier gegen den Pylorus wieder etwas zu. Die in ihr liegenden Drüsenschläuche sind der Form nach ganz ähnlich, wie wir sie im Magen des Hundes finden. Im Fundus sind die einzelnen Schläuche um Weniges breiter als beim Hunde und münden ihrer zwei oder drei in eine mit Cylinderepithel ausgekleidete cylindrische Grube, die den vierten Theil der Schleimhautbreite beträgt. Je näher dem Pylorus, desto weiter reicht wieder das Cylinderepithel in die Schläuche hinein. Uebrigens ist dieses sowohl an der Oberfläche, als auch an den Schläuchen bei den in Chromsäure gehärteten Präparaten fast durchgehends aus Becherzellen zusammengesetzt.

Die Muscularis mucosae besteht im Cardiatheile meist nur aus longitudinalen Bündeln und wird gegen den Fundus und in diesem etwas mächtiger und zeigt hier an den meisten Stellen eine Rings- und eine gleichstarke Längsschichte. Im Pylorustheile des Magens durchkreuzen sich die Bündel beider Schichten fast durchgehends, und nur an seltenen Stellen lässt sich eine deutliche Rings- und Längsschichte erkennen; besonders hier zweigen sich zahlreiche Bündel in die Mucosa ab.

Am Pylorus selbst steigt die Breite der Muscularis mucosae, und zwar ihrer Längsschichte, bis auf das Fünffache. Das submucöse Gewebe, das wie überall so auch hier mit den Septis der äusseren und inneren Muscularis im Zusammenhang steht, die mit zahlreichen Gefässen in die Mucosa eindringen, ist im Pylorustheile schwächer als im Fundus, und enthält in ihren kleinen Maschen zahlreiche, rundliche Zellen mit relativ grossem Kerne.

Die äussere Muskulatur besteht sowie beim Menschen nur aus glatten Muskelfasern und zeigt folgende Anordnung: an der Cardia besonders in ihrer Ringsschichte stark entwickelt, nimmt sie gegen den Fundus allmählig an Breite ab; die

äussersten Bündel der Längsmuskelschichte der Cardia stehen mit den äusseren Fasern der Umhüllungshaut in innigem Zusammenhang, nehmen einen schiefen Verlauf und ziehen weiter unten in die Ringsmuskelschichte ein.

Im Pylorustheile haben sich die Verhältnisse in der Weise geändert, dass die einzelnen Schichten nicht nur breiter geworden sind, sondern auch dass die innersten Bündel der Ringsschichte auf eine kurze Strecke in schiefer oder longitudinaler Richtung ablenken.

Am Pylorus selbst ist die Muscularis externa ganz so beschaffen, wie beim Magen des Hundes.

Die Nerven und Ganglien, die sich zwischen den beiden Schichten der äusseren Muscularis befinden, bilden stellenweise eine zusammenhängende Schichte, stellenweise sind sie jedoch verhältnissmässig selten. Ebenso sind die im submucösen Gewebe vorkommenden Ganglien nicht sehr häufig anzutreffen.

Eigenthümliche Verschiedenheit des Baues zeigt der Magen der Ratte. Er stellt bei dieser in seiner linken Hälfte die Fortsetzung des Oesophagus, in seiner rechten jedoch den Magen im engeren Sinne vor. Die Schleimhaut des letzteren ist an ihrer Oberfläche röthlich braun gefärbt, ähnlich wie die des Fundus der früher beschriebenen Thiere. Beide Hälften werden durch eine Falte getrennt, die am rechten Ende des in der Mitte der kleinen Curvatur mündenden Oesophagus beginnt und übrigens so gestellt ist, dass der Oesophagus nur in die linke Hälfte mündet, ja es kann durch diese seine Mündung bogenförmig begrenzende Falte seine Communication mit der rechten Hälfte des Magens ganz aufgehoben werden.

Die Magenwand ist an der linken Hälfte bedeutend dünner, als an der rechten und zwar sowohl auf Rechnung der Mucosa, als auch der Muscularis externa. Am dünnsten ist sie an der nach aufwärts gekehrten blinden, sackartigen Erweiterung, welche die linke Magenhälfte am Zusammentreffen der grossen und kleinen Curvatur bildet. — Die linke Hälfte des Magens kann auch nach ihrem geweblichen Baue als Fortsetzung des Oesophagus betrachtet werden.

An der 1.5 Millim. hohen Falte nimmt das geschichtete Pflasterepithel von links nach rechts bis zur Kuppe an Mächtigkeit zu, an ihrer rechten Seite aber ab, und zwar schwinden die obersten zu einer homogenen Schichte verschmolzenen Zellen zuerst; dann auch die mittleren polyedrischen Zellen, während die tiefsten Zellen, die an der Falte palisadenartig angereiht, cylindrisch sind, etwas an Höhe zunehmen, um etwa von der Mitte der rechten Seite der Falte angefangen, als einfaches Cylinderepithel die Schleimhaut zu bekleiden.

Die Mucosa, die gegen die Falte von rechts her stärker wird, bildet schon nahe vor derselben gefässhaltige, kegelförmige Papillen, die anfangs klein sind, mit dem Stärkerwerden des geschichteten Pflasterepithels jedoch bis zur Kuppe der Falte an Höhe zunehmen.

Die wichtigsten Umänderungen zeigt die Muscularis mucosae. Sie ist es eigentlich, welche die Falte bildet. Je mehr sie sich ihr nähert, um so dinstinkter sondert sich die innere Rings- und die äussere Längsfaserschichte.

Die erstere rasch an Breite zunehmend, hört, wenn sie ihre grösste Mächtigkeit an der Kuppe der Falte erreicht hat, mit dem grössten Theile ihrer Bündel auf und es bleiben nur die obersten derselben zurück, die sich nun in die Ringsschichte der Muscularis mucosae der rechten Magenhälfte fortsetzen. Die Längsschichte setzt sich mit ihren äusseren Bündeln direct als solche in die rechte Magenhälfte fort, mit ihren inneren jedoch kreuzt sie sich theils mit den gleichnamigen der rechten Hälfte, theils dringt sie fächerförmig zwischen die Bündel der Ringsschichte ein.

Die Muscularis externa wird ebenfalls gegen die Falte zu bedeutend mächtiger,

ihre grösste Breite erreicht sie am Grunde der Falte und nimmt hierauf an Mächtigkeit ab.

Die Drüsenschläuche der rechten Magenhälfte sind auch hier anfangs kurz und mit Cylinderzellen ausgekleidet, welche jedoch alsbald durch rundliche, stark granulirte Pepsinzellen verdrängt werden, so dass sich das Cylinderepithel der Oberfläche nur in das obere Viertel der Drüsenschläuche fortsetzt.

Die Muscularis mucosae der rechten Hälfte des Magens ist schwächer als in der linken, ihre Bündel durchkreuzen sich zumeist, seltener verlaufen sie in eine innere Rings- und in eine äussere Längsschichte gesondert.

Die Menge der in die Mucosa einziehenden glatten Muskelfasern ist auch hier eine relativ grosse.

An den Nerven zwischen der Rings- und Längsschichte der äusseren Muskelhaut sind zahlreiche Ganglien anzutreffen.

Bei Vögeln hört beim Uebergange des Oesophagus in den Drüsenmagen das geschichtete Pflasterepithel des ersteren mit einem gezackten Rande auf, und an seine Stelle tritt eine einfache Lage cylindrischer Zellen.

Die flaschenförmigen, am Grunde ausgebuchteten Drüsen der Mucosa des Oesophagus, die nach abwärts an Zahl zugenommen haben, hören an der Grenze, wo das Cylinderepithel beginnt, ganz auf und die nach aussen von der Mucosa liegende Muscularis mucosae, die beim Uebergange aus dem Oesophagus in den Drüsenmagen an Stärke abnimmt, tritt wegen des Schwundes des lockeren, submucösen Gewebes als innere, längslaufende Muskelschichte an die Muscularis externa hart heran, so dass sie zu dieser gerechnet werden kann. In dem untersten Theile des Oesophagus finden sich mehr oder weniger scharf begrenzte Lymphfollikel, die entweder ausserhalb der Drüsen liegen, oder zwischen diesen bis nahe an das Epithel reichen.

Die Oberfläche der Schleimhaut zeigt eine grosse Zahl von knopfförmigen Erhabenheiten, an deren abgerundeter Spitze die Eingangsöffnung zu den Drüsensäcken zu erkennen ist. Ausserdem zeigt sie eine nach abwärts zunehmende Menge mikroskopischer Zöttchen, Fältchen oder Leistchen, welche jedoch nur der Ausdruck der oben frei endenden Scheidewände zweier benachbarter Schleimhauteinstülpungen, oder besser gesagt zweier aneinander stossender und neben einander ausmündender kurzer Schläuche sind.

Bergmann[1] hat drei Typen von Drüsen aufgestellt: *a*) die bekannten Drüsensäcke, das sind centrale grosse mit Cylinderepithel ausgekleidete Räume, welche die Mündungen aller kleineren mit Labzellen ausgekleideten Schläuche aufnehmen. *b*) ein zweiter Typus, wie er beim Staar, beim Sperling, Ammer, der Krähe, bei Strix flammea und bei Colymbus sich findet, ist der, dass die Einzelschläuche nur durch Vermittlung von untergeordneten Ausführungsgängen in den Hauptausführungsgang münden, welcher letztere dabei sehr kurz sein kann; endlich c) als dritten Typus nennt er den, wo nicht alle Einzelschläuche durch einen Hauptkanal in die Magenhöhle einmünden, sondern wo nebeneinander eine Anzahl kleinerer Ausführungsgänge vorkommen, welche das Secret in jene Höhle eintreten lassen. (Cypselus apus.)

Zwischen dem Grunde der Drüsensäcke und der Muskelhaut liegt das spärliche, lockere, submucöse Gewebe, das einerseits mit den Septis der Muskelbündel nach aussen zusammenhängt, andererseits der Träger der Gefässe ist, mit welchen

1) C. Bergmann: Einiges über den Drüsenmagen der Vögel. Reichert's und Du Bois Raymond's Archiv 1862, S. 581. c. Fig.

seine Stränge zwischen die einzelnen Drüsenpackete eindringt und theils die Wand derselben abschliesst, theils in die Mucosa einzieht. In diesen Bindegewebsbündeln verlaufen nicht nur die jene umspinnenden und zwischen die Einzelschläuche eindringenden Gefässe, sondern auch glatte Muskelfasern.

In der unteren Hälfte des Drüsenmagens nehmen die einfachen Schläuche gegen das zwischen diesem und dem Muskelmagen gelegene Zwischenstück (dem Schaltstücke) in dem Maasse an Zahl zu, als die Drüsensäcke an Grösse abnehmen. Die Muscularis externa besteht, da am Eintritte des Oesophagus in den Vormagen das submucöse Gewebe schwindet, aus drei Schichten. Sie sind dem Zwischenraume des Grundes zweier benachbarter Drüsensäcke entsprechend breiter als an den Stellen, an welchen sie direct dem convexen äusseren Theile derselben anliegen.

Beim Uebergange des Drüsenmagens in das Schaltstück nehmen die Bündel der äusseren Schichte an Zahl und Grösse ab, die der mittleren und inneren Schichte aber zu, so dass im Schaltstücke die äussere Muskelhaut nur aus einer äusseren ringförmig und einer inneren, longitudinal verlaufenden Schichte besteht.

In der Schleimhaut des Schaltstückes vom Huhne treffen wir gerade verlaufende, dicht aneinander gereihte, schlauchförmige Drüsen, deren Grund auch hier etwas schmäler ist als die Mündung und mit nach allen Richtungen nahezu gleich gut ausgebildeten Zellen ausgekleidet sind, die nach oben allmählig in das cylindrische Epithel der Oberfläche übergehen. Das Gewebe der Schleimhaut ist nach aussen vom Grunde der Schläuche in einer schmalen Schichte ziemlich dicht und enthält Lymphkörperchen, Gefässe und Nerven in wechselnder Menge. Zwischen die Drüsenschläuche schiebt sich das Gewebe der Schleimhaut in einzelnen Strängen gegen die Oberfläche hinein.

Die Muskelhaut besteht aus einer inneren, longitudinalen und einer äusseren Ringsschichte. Zwischen den Bündeln der letzteren sind einzelne Gruppen von Fettzellen.

Im Schaltstücke erhärtet das Sekret der Drüsen zu einer homogenen, dünnen Schichte, welche die Oberfläche des Epithels bedeckt, und durch welche sich in senkrechter Richtung homogene Bänder aus dem Inneren der Schläuche fortsetzen. Eine besondere Bedeutung gewinnt diese die Oberfläche bedeckende Schichte im eigentlichen Muskel- oder Körnermagen, wo sie eine eigene, anfangs dünne, nach abwärts an Dicke zunehmende, an dünnen Schnittpräparaten im durchfallenden Licht gesättigt gelbgefärbte, hornige Lage bildet. Die Oberfläche der Schleimhaut mit dieser im auffallenden Lichte dunkelbraunen Hornschichte bedeckt, bildet am Anfangstheile des Körnermagens zahlreiche, ziemlich regelmässig neben einanderstehende, faltenartige Erhabenheiten, welche nach abwärts an Zahl und Höhe ab-, an Breite aber zunehmen. Diesen Erhabenheiten folgt die Hornlage überall. Mit der Zunahme der Muskelschichte gewinnt auch letztere an Dicke.

Leydig [1] hat schon angegeben, dass diese Schichte von den Magendrüsen secernirt wird. Sie besteht in der That aus übereinander gelagerten (absatzweise erhärteten) Platten, welche dem Lumen der Drüsenschläuche entsprechend unterbrochen sind, so dass sich diese direct in Form eines wandungslosen Kanals durch die Hornschichte hindurch fortsetzen. Es ist diess ganz deutlich auch daran zu erkennen, dass man an gehärteten und dann in Carmin gefärbten Präparaten immer ein homogenes Band aus den Schläuchen durch die Hornschichte als directe Fortsetzung des Drüsenlumens bis an die freie Oberfläche verfolgen kann. —

Das unter dieser Schichte folgende cylindrische Epithel der Schleimhaut setzt

1) Leydig: Histologie, S. 309.

2) C. Hasse: Beiträge zur Histologie des Vogelmagens, Zeitschrift für rationelle Medicin, XXVIII, S. 1 und folgd.

sich ohne Unterbrechung in die Drüsenschläuche fort. — Die einzelnen Drüsen zeigen ganz denselben Bau wie im Schaltstücke. Ich kann wenigstens für Ammer und Huhn den Angaben von Hasse [2] nicht beipflichten, nach welchem im eigentlichen Magen zwei Drüsenarten verkommen sellen, einfache, schlauchförmige und zusammengesetzte. Die ersteren sollen theils wie die Einzelschläuche der Drüsensäcke des Vormagens mit pflasterförmigem, stark granulirten Zellen ausgekleidet sein, theils einen cylindrischen Epithelialbeleg haben.

Auf die Drüsenschichte folgt ebenso wie im Schaltstücke eine dichte Lage von aus sich vielfach durchflechtenden Bündeln bestehendem Schleimhautgewebe. Die Muskelschichte, die am Beginn dieses Abschnittes noch sehr schwach ist, und erst im weiteren Verlaufe nach abwärts durch zahlreiche neu hinzugekommene Bündel anwächst, ist nach aussen, dert, wo sie noch ziemlich schwach ist, von einer ebenfalls hornigen Schichte begrenzt, in welcher zahlreiche, schief laufende Streifen erkennbar sind, die mit den hier entspringenden, spitz zulaufenden Muskelbündeln in einer Flucht zusammenhängen. — Zu äusserst folgt dann die aus schief laufenden Fasern bestehende Hülle, welche an einzelnen Stellen nur die sehnige Ausbreitung der Muskelbündel vorstellt.

Beide nach aussen von der Muskelschichte befindlichen Lagen nehmen in dem Maasse ab, als jene zunimmt, so dass man dort, wo die Muskelhaut ihre grösste Dicke erreicht hat, nach aussen von ihr nur einen sehr schmalen Streifen Bindegewebssubstanz wahrnimmt.

Die Muskelschichte selbst lässt sich am Anfange dieses Abschnittes, ebenso wie im Schaltstücke in zwei Lagen sondern, in eine innere Längs- und eine äussere Ringsschichte.

Im weiteren Verlaufe geht die erstere, die durch neue aus der Schleimhaut in schiefer Richtung entspringende Bündel immer mehr verstärkt wird, durch die schiefe in die ringförmige Richtung über. Ebenso wird die äussere Ringsschichte durch zahlreiche, anfangs schief von aussen nach innen ziehende und an der die Muskelhaut von aussen begrenzenden, hornigen Lage entspringende Bündel verstärkt. — In der bindegewebigen Umhüllungshaut verlaufen in grosser Menge Gefäss- und Nervenstämme.

Zu dem, was früher über den Uebergang des Oesophagus vom Frosche in den Magen erwähnt wurde, bleibt wenig mehr über den letzteren zu sagen übrig. Das Cylinderepithel der Oberfläche, das nach der Behandlung mit Chromsäure auch hier fast überall aus prächtigen Becherzellen besteht und an seinem gegen die Tiefe gekehrten Ende einen längeren oder kürzeren Zellfortsatz zeigt, setzt sich ohne Unterbrechung in die dicht nebeneinander stehenden Schläuche der Mucosa fort. Die in der Tiefe der Schläuche liegenden Zellen sind rundlich und schön granulirt.

Das Flimmerepithel des Oesophagus hört an der Cardia nicht ganz auf, es setzt sich stellenweise noch eine Strecke weit in die Cardia fort, sowie man gar nicht selten auch weiter nach abwärts noch vereinzelte, flimmernde Cylinderzellen zwischen nicht flimmernden antreffen kann. — Die geschlängelten eder auch am Grunde ausgebuchteten Schläuche sind theils selbständig ausmündend, theils fliessen ihrer zwei zu einer cylindrischen Grube zusammen, welche, wie eben erwähnt, mit Cylinderepithel ausgekleidet ist.

Die Muscularis mucosae besteht aus einer inneren, schwächeren Rings- und einer äusseren, stärkeren Längsschichte, und zwar ist dieses Verhältniss nur in der unteren Hälfte deutlich ausgedrückt, während im oberen Theile des Magens meistens die Bündel der Muscularis mucosae fast alle longitudinal oder einander durchkreuzend verlaufen. Ueberall zweigen sich einzelne kleinere Bündelchen ab, um zwischen den Schläuchen in die Mucosa einzudringen.

Im unteren Theile des submucösen Gewebes finde ich vereinzelte, deutlich begrenzte, meist ovale, von innen nach aussen abgeplattete Lymphfollikel, welche in ihrer Kapsel zahlreiche, spindelige Zellen mit oblongen, abgeplatteten Kernen besitzen. Einige grenzen an die Muscularis mucosae nach innen, an die Muscularis externa nach aussen, während andere, ebenso wie stellenweise im Darme der Säugethiere durch die Muscularis mucosae durchgesteckt sind und bis an das cylindrische Epithel der Oberfläche reichen.

Das submucöse Gewebe selbst ist ebenso wie im Oesophagus ziemlich dicht und circa 0.2 Millim. dick.

Die äussere Muskelschichte zeigt, obwohl nicht überall eine innere Rings- und eine um Vieles schwächere äussere Längsschichte.

An einzelnen Stellen finden sich statt der letzteren einige schief verlaufende Bündel, welche weiter unten in die Ringsschichte einziehen. — Gegen den Pylorus wird sowohl die Rings-, als auch die nun selbständig gewordene Längsschichte mächtiger.

Die Nerven und Ganglien verhalten sich hier ebenso wie im Darmkanale anderer Wirbelthiere.

E. Dünndarm. Von E. Verson.

Der Dünndarm ist eine directe Fortsetzung des Magens und besteht, wie dieser, innerhalb seiner Peritonealhülle aus zwei ineinander gesteckten Schläuchen, welche durch mehr oder weniger festes Bindegewebe aneinander haften. Der äussere ist musculös, der innere stellt die sogenannte Schleimhaut dar. Das die Verbindung vermittelnde Bindegewebe zeigt sehr verschiedene Mächtigkeit, sonst aber nichts Eigenthümliches: es enthält einige elastische Fasern und zahlreiche Bindegewebskörperchen.

Das Dickenverhältniss der zwei Schläuche zu einander ist zu variirend, als dass man ein bestimmtes Maass aufstellen könnte. Im Allgemeinen mag der Muskelschlauch wohl dreimal so stark sein, als die Schleimhaut, und die Dicke der ganzen Darmwandung mit Einschluss der Peritonealhülle dürfte beim Menschen kaum auf mehr als 1 Millim. angeschlagen werden; freilich ergeben aber Messungen an verschiedenen Stellen, je nach dem Contractionszustande der Muskelhäute, auch sehr abweichende Zahlen.

Das einhüllende Peritoneum besteht aus gewöhnlichem Bindegewebe mit elastischen Fasern und sitzt entweder direct dem Muskelschlauche auf, oder durch Vermittelung eines lockeren, sparsamen Bindegewebes. Seine freie Fläche trägt ungeschichtetes Pflasterepithel, dessen Zellen von der Kante gesehen als dünne Schüppchen mit vorspringenden Kernen erscheinen.

A. Muskelschlauch.

Der Muskelschlauch des Dünndarms ist in zwei über einander liegende Schichten differenzirt, welche nach ihrer Faserungsrichtung als äussere Längs- und innere Ringsfaserschichte unterschieden werden: erstere folgt dem Zuge der Gedärme, letztere liegt mehr oder weniger senkrecht darauf und umgreift das Darmrohr in circulären oder spiraligen Touren. Von diesen zwei Haupt-

richtungen weichen nur einzelne Fasern ab, indem sie den Muskelschlauch radiär oder schief durchsetzen; zu stärkeren Bündeln vereinigt finden sich solche nur zuweilen im obersten Abschnitte des Duodenums, hart am Pylorus vor. Dieselben lassen sich von diesem in gedrängter Spirale bis in die Längsfaserschichte des Zwölffingerdarms verfolgen.

Der Muskelschlauch des Dünndarms büsst in seinem Verlaufe bis zur Ileocöcalklappe an Stärke fortwährend ein, und ist diese Abnahme besonders an der Längsfaserschichte ersichtlich, welche in der untersten Partie des Ileums stellenweise selbst mangeln kann. Die Ringfaserschichte ist wohl im Allgemeinen stärker ale die Längsfaserschichte, und beträgt am Erwachsenen ungefähr 0,2—3 Millim., während die Längsfaserschichte kaum über 0,1 Millim. dick wird. Es kann sich aber dieses Verhältniss auch umkehren, und man findet zuweilen stellenweise Anhäufung von Längsfasern bei entsprechender Verdünnung der Ringsfaserschichte.

Am Duodenum läuft bekanntlich das Bauchfell einfach über dasselbe weg und lässt dessen hintere Fläche frei. An der unteren Krümmung nun ist diese durch einen organischen Muskel an die Bauchwand geheftet, den Treitz[1] Suspensorius duodeni heisst. Derselbe besteht aus einigen Bündeln der Längsfaserschichte, welche sehnig werdend in das dichte Bindegewebe um den Stamm der Art. coeliaca und Mesenterica eintreten und sich hier verlieren. Die Bündel breiten sich vorwiegend in der Fläche aus, und während sie kaum 2—3 Millim. dick werden, erreicht ihre Breite fast das Zehnfache davon. Vom Zwerchfell (rechten Rande des Foramen oesophageum und inneren Schenkeln) kommen ihnen nicht selten Verstärkungsbündel entgegen.

Eine fernere Fixirung durch Muskeln erfährt der Zwölffingerdarm am Kopfe des Pancreas. An dem kindlichen Duodenum finde ich das Pancreasgewebe gegen die Längsfaserschichte des ersteren nicht immer scharf abgesetzt. Die Längsfaserschichte lässt vielmehr stellenweise Acinigruppen der Bauchspeicheldrüse durch Lücken zwischen ihren Muskelzügen, unter diese und bis an die Ringsfaserschichte treten — stellenweise strahlen wieder einzelne Muskelbündel von ihr aus, um im Pancreaskopfe zwischen die Acini einzudringen. Ebenso kann aber auch die Ringfaserschichte ihr Gebiet überschreiten, und so finde ich an einem Längsschnitte hart am Pylorus der Ratte ein ansehnliches Bündel glatter Muskelfasern von ihr abtreten, welches ähnlich wie die beschriebenen Bündel im Pancreaskopfe, in ein Aggregat Brunner'scher Drüsen eintritt, und hier ebenfalls zwischen den Acinis sich vertheilt.

Im weiteren Verlauf zeigt der Muskelschlauch, abgesehen von der allmähligen Vedünnung, nichts Erwähnenswerthes mehr bis zur Valvula coli. Durch diese geht, besonders auffällig beim neugebornen Kinde, nur die Zirkelfaserschichte continuirlich durch, während die Längsfaserschichte unterbrochen

1) Ueber einen neuen Muskel am Duodenum des Menschen. Prager Vierteljahrsschrift Bd. 1.

ist; und zwar verdünnen sich die Züge der letzteren, welche einerseits vom Ileum und andererseits vom Colon herkommen, gegen das freie Ende der Klappe sehr bedeutend, wechseln auch manches Muskelbündel mit einander aus und biegen endlich, wie mich einzelne Präparate lehren, in die anstossende Ringfaserschichte ein.

Bei Thieren findet man mehr oder weniger bedeutende Abweichungen von diesem Verhalten. So will ich denn erwähnen, dass bei der Katze die Längsfaserschichte in die Bildung der Klappe nicht eingeht, sondern meist glatt mit dem Peritoneum darüber wegstreicht. Anderentheils verhält sich hier die Ringfaserhaut des Dünndarmes zu jener des Dickdarmes wie ein dünneres Rohr (Ileum), welches durch ein seitliches Loch in die Wand eines dickeren Rohres (Colon) so eingeschoben ist, dass jenes mit freiem Rande in das Lumen dieses vorragt. Beim Hunde ragt ebenso die Zirkelfaserhaut des Dünndarms frei mit ihrem Rande vor. Eine Verschiedenheit besteht aber doch insofern, als die Längsfaserschichte an der Klappe unterbrochen erscheint.

Legt man ein Stück Muskelschlauch, den man sich leicht mit der Pincette abpräpariren kann, in eine Mischung von 1 Vol. starker Essigsäure und 99 Vol. destillirten Wassers, oder in 32.5 procentige Kalilauge (Moleschott), so gelingt es leicht, schon nach wenigen Minuten denselben in Faserzellen zu zerlegen, welche besonders nach ersterem Verfahren einen deutlichen Kern mit einem oder zwei Kernkörperchen zeigen. Die Muskelzellen erscheinen glatt, zuweilen auch zackig gefaltet, beim Menschen selten länger als 0.225 Millim., 0.005 Millim. breit; Längs- und Ringsfaserhaut lassen keinen Unterschied in der Grösse ihrer Elemente erkennen. Bei anderen Säugethieren können sie auch länger und breiter sein, was für die Amphibien in noch höherem Grade gilt. Unter den letzteren haben Proteus und Salamander die grössten aufzuweisen.

Die einzelnen Muskelfasern sind im Muskelschlauch des Darmes durch Kittsubstanz aneinandergehalten. Grössere Bündel solcher sind von Bindegewebszügen umschlossen, welche auf Querschnitten die Muskelsubstanz theils in zahlreiche, gleich grosse Felder, theils in stärkere, durch die ganze Dicke der Muskelhaut greifende Fächer zerfallen lassen.

B. Schleimhaut.

Eigentliche Schleimhaut. Die Schleimhaut bildet den inneren Schlauch und zeigt eigenthümliche Erhabenheiten, welche als Falten und Zotten in das Lumen des Darmrohres vorspringen.

Die Falten, auch Valvulae conniventes Kerkringii genannt, breiten sich in einer auf der Längsrichtung des Darmes mehr oder weniger senkrechten aus, verlaufen parallel zu einander, oder stossen wohl auch unter spitzen Winkeln zusammen, und rücken gegen das Ende des Dünndarms immer weiter von einander. Man pflegt die Kerkring'schen Falten als bleibende Bildungen an-

zunehmen, weil der Muskelschlauch in dieselben nicht eingeht. Es kommen jedoch Dünndarmstücke vom Kinde vor, wo contrahirte und relaxirte Stellen des Muskelschlauches nebeneinander liegen. An ersteren findet man die Schleimhautfalten vorspringend, scharf begrenzt, an letzteren dagegen völlig verstrichen, und es liegt also die Annahme nahe, dass besagte Falten von der Contraction des Muskelschlauches nicht ganz unabhängig sind.

Die Zotten des Dünndarms dagegen stellen beschränktere Erhebungen der Schleimhaut dar, welche erst im absteigenden Stücke des Duodenums beginnen, hier am dichtesten stehen, und immer mehr von einander rückend, bis zum freien Rande der Ileocoecalklappe sich erstrecken. Ihre Form ist sehr mannigfaltig. Sie sind bald cylindrisch, bald kegelförmig, bald keulenförmig oder blattartig ausgebreitet, was zum Theil vom Contractionszustand der Muskelhäute und ihrer eigenen Muskulatur abhängt und wesshalb auch ihre Länge sehr wechselnd ist; man giebt für die Länge der menschlichen Darmzotten 0.4—0.6 Millim., für die Breite derselben 0.06—0.12 Millim. an.

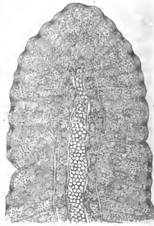


Fig. 107. Zottendurchschnitt aus dem Kaninchendarm. *a* Epithel. *b* Stroma. *c* Centraler Raum.

In jeder Zotte findet man einen oder zwei (selten drei) centrale Räume, als die Anfänge der Chyluswege (siehe Lymphgefässe).

Der feinere Bau des Zottenparenchyms stimmt mit jenem der übrigen Schleimhaut vollkommen überein. Diese selbst besteht aus sogenanntem adenoiden Gewebe (His), d. h. aus einem Netze anastomosirender Körperchen, welches in seinen Maschen Zellen einschliesst. Dieses Verhältniss findet sich aber nicht in allen Thierklassen gleich ausgeprägt, und selbst in einer und derselben Species treten mit vorschreitendem Alter Veränderungen ein, in Folge welcher das netzförmige Gewebe zu einem mehr gleichartigen Balkenwerke, zu einem dünnen Fadennetze wird, an dessen Kreuzungspuncten man kaum hie und da noch einen Kern erkennen kann. Gleichzeitig nimmt auch die Zahl der in den Maschen eingeschlossenen Zellen ab. Unmittelbar unter dem Epithel kann man stellenweise dieselbe Umwandlung des adenoiden Gewebes der Schleimhaut beobachten, was zur Annahme einer besonderen Basalmembran zwischen Epithel und Schleimhaut führte. Eine solche besteht jedoch weder zusammenhängend, noch ist sie für sich darstellbar.

L y m p h f o l l i k e l. Am freien Rande des Jejunum und Ileum fallen rundliche oder ellyptische, und in diesem Falle mit der Längsaxe des Darmes gleichlaufende Stellen von 1—5 Centim. Länge und 7—20 Millim. Breite auf, welche gegen das Lumen etwas convex vorspringen, gleichzeitig aber nur

wenige oder gar keine Zotten tragen. Es sind das die Peyer'schen Plaques, welche bei schwacher Vergrösserung, oder zuweilen schon dem freien Auge, als Aggregate von kaum hirsekorngrossen, rundlichen, oder mehr birn- und flaschenförmigen Körperchen, sogenannten Follikeln erscheinen. Diese dringen mit ihrem abgerundeten Grunde in die Tunica submucosa hinein, während ihr dünneres Ende die Schleimhautoberfläche hervorwölbt, und müssen daher die Muscularis mucosae durchsetzen, welche in der That auseinanderweicht, um Lücken für den Durchtritt der Follikel zu bilden.

Eine Peyer'sche Plaque kann zwanzig und noch viel mehr solcher Follikel

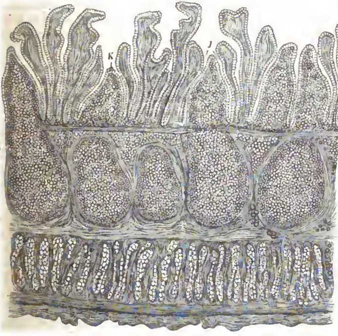


Fig. 108. Längsschnitt durch den Dünndarm des Kaninchens. *Z Z* Zotten. *J* Krypte. *P* Plaques. *K* Kuppe eines Follikels. *S* Submucosa. *m m* Muscularis mucosae. *R* Ringmuskel. *L* Längsmuskelschichte. *P* Peritoneum.

fassen, dicht aneinander gedrängt, so dass dieselben nur durch dünne Einschübe der Submucosa von einander getrennt, sich nach unten gegenseitig abzuplatten scheinen; nach oben zu, und besonders oberhalb der Muscularis mucosae, ist die seitliche Abgrenzung der einzelnen Follikel verwischt.

Die mikroskopische Untersuchung zeigt eine eigenthümliche Uebereinstimmung im Baue dieser Gebilde mit den sogenannten Marksträngen der Lymphdrüsen, und als Lymphdrüsen werden dieselben nach dem Vorgange Ziegler's und Brücke's in neuerer Zeit auch wirklich aufgefasst. Ein noch so

feiner Schnitt durch einen Follikel geführt, lässt an diesem nur eine unregelmässige Anhäufung von zelligen Elementen erkennen; entfernt man aber diese durch Auspinselung oder noch besser durch Schütteln der Präparate in einer mit Wasser halbgefüllten Eprouvette, so kommt ein ähnliches, wenn auch dichteres Netzwerk zur Ansicht, wie es die Schleimhaut des Dünndarms überhaupt darbietet. Der Follikel besteht demnach aus einem netzartig angeordneten Gerüste und aus zelligen Elementen, Lymphkörperchen, welche die Maschenräume desselben ausfüllen. Wie aber das Netzwerk der Schleimhaut unter Umständen histologische Unterschiede darbietet, so kann sich auch das Gerüste der Darmfollikel verschieden gestalten, und bald erscheint es als ein Gewebe von anastomosirenden Zellen, deren Kerne in die verdickten Knotenpuncte fallen (Kind, Kaninchen), bald als ein starres, hyalines Balkenwerk (erwachsener Mensch, Katze), bald als fadenartiges Maschengewebe (junger Hund).

Das Gerüste nun geht oberhalb der Muscularis mucosae und nach den Seiten hin unmittelbar in das Netzgewebe der Schleimhaut über; in den unteren Partien dagegen verzieht es seine Maschen gegen die Peripherie immer dichter und grenzt an das Epithel der sogenannten Lymphsinuse, oder setzt sich, wo die Lymphsinuse fehlen, an das dichte, submucöse Gewebe an, welches strangförmige Scheidewände den Follikeln entlang und bis nahe an die Muscularis mucosae hintreibt. Reichen diese Scheidewände nicht so hoch hinauf, so können die Follikel noch unterhalb der Muscularis mucosae durch eine kurze Strecke zusammenhängen.

Das Gerüste steht aber anderntheils in directer Verbindung mit den Gefässen des Follikels, und zwar nicht allein mit den stärkeren derselben durch Vermittlung ihrer Adventitien, sondern auch mit den dünnsten Capillaren. Ein fadenförmiges Gerüste eignet sich ganz besonders zur Demonstrirung dieses Factums, und man beobachtet an so beschaffenen Präparaten von den Capillaren häufige Sprossen abgehen, welche sich plötzlich zu einem Faden verdünnen, und als solche mit dem übrigen Gerüste verschmelzen.

Wie beim Menschen reichen bei den meisten Thieren die Follikel bis zur Schleimhautoberfläche und erheben dieselbe kappenförmig (Kaninchen, Schaf, Kalb, Schwein). Seltner geschieht es dagegen, dass die Follikel die Schleimhautoberfläche nicht erreichen, und früher schon in das gewöhnliche, adenoide Gewebe der Schleimhaut übergehen (Katze).

Während die Peyer'schen Haufen regelmässig dem Mesenterialrande gegenübersitzen, kommen einzelne, solitär stehende Follikel auch unregelmässig zerstreut vor. Sowohl diese als auch die Peyer'schen Haufen stehen in den untersten Ileumtheilen viel gedrängter. Die Anzahl der Peyer'schen Plaques in einem Dünndarme kann sehr verschieden sein; die Autoren geben als Mittelzahl 20 an, ohne jedoch eine bestimmte Grenze ziehen zu können. Sind sie sehr zahlreich vertreten, so reichen sie auch in die höheren Darmpartieen hin-

auf; Middeldorpf fand sie selbst in der unteren Krümmung des Zwölffingerdarms noch vor.

Drüsen. Die secernirenden Drüsen des Dünndarms sind nach einem zweifachen Typus gebaut: trauben- und schlauchförmig, und werden nach ihren Entdeckern, erstere Brunner'sche, letztere Lieberkühn'sche Drüsen genannt.

Die Brunner'schen Drüsen stimmen im Baue vollkommen mit den übrigen acinösen Drüsen der Schleimhäute überein, und stellen beim Menschen Gruppen von 5—10 und mehr Acinis dar, welche sich zu einem Ausführungsgange vereinigen, der die Schleimhaut durchsetzt und an deren Oberfläche mündet. Die Grösse der Acini beträgt ungefähr 0.07—0.14 Millim. im Durchmesser. Dieselben bestehen aus einer structurlosen Blase, die innen mit niedrigen Cylinderzellen ausgekleidet ist; der Ausführungsgang führt ähnliches Epithel.

Die Brunner'schen Drüsen liegen im submucösen Bindegewebe eingebettet und können zu solchen Haufen anschwellen, dass die ganze Tunica nervea verschwindet und sie einerseits an den Muskelschlauch, andererseits an dio Muscularis mucosae angrenzen. Letztere stellt übrigens keine absolut strenge Grenzo dar, und man findet nicht gar selten einen Acinus über sie gegen die Schleimhaut vorragen, während andererseits schwache Bündel ihrer Faserzellen das Bindegewebe zwischen den Drüsenbläschen betreten und sich hier vertheilen können.

Die Hauptmasse der Brunner'schen Drüsen findet sich in der Höhe des Pylorus vor. Beim Menschen zerstreuen sich aber einzelne Drüsenaggregate gerne nach unten, während bei anderen Thieren das ganze Drüsenconvolu eino zusammenhängende Masse darstellt. Besonders schön zeigt die Ratte dieses Verhältniss; auch ist an der Ratte die oberwähnte Vertheilung der Muskelfasern zwischen den Drüsenbläschen nicht schwer zu constatiren.

Die Lieberkühn'schen Krypten stellen schlauchartige Vertiefungen der Schleimhaut dar, welche mit ihrem blinden Grunde bis zur Muscularis mucosao reichen; indem sie ziemlich senkrecht auf der Schleimhautoberfläche liegen, geben sie ein Maass für die Dicke der Schleimhaut selbst ab. Ihre Höhe schwankt daher von 0.34—0.5 Millim; ihr Querdurchmesser beträgt 0.06—0.08 Millim.

Man lässt gewöhnlich die Krypten aus einer structurlosen Membrana propria und einem darauf sitzenden Cylinderepithel bestehen. Was das letztere anlangt, ist es identisch mit dem übrigen Darmepithel und gilt für dasselbe Alles, was über das Darmepithel überhaupt gesagt werden wird. Namentlich muss betont werden, das es ebenso wie dieses letztere mit einem Stäbchenbesatz versehen ist. Ein geringer Unterschied besteht nur darin, dass bei den Epithelialzellen der Krypten die aufsitzende Basis meist breiter als dio freie Fläche ist, was einleuchtend wird, wenn man bedenkt, dass ihre freien Flächen ein engeres Lumen begrenzen, als es der epithellose Schlauch darstellt.

Gelingt es an einem sehr feinen Darmschnitte durch Auspinselung das

Epithel der Krypten vollständig zu entfernen, oder ergeben sich solche Stellen von selbst, so kann man sich leicht überzeugen, dass die sogenannte Membrana propria der Krypten nicht völlig structurlos ist. Von den Scheidewänden, welche wie Balken zwischen den Drüsenschläuchen stehen, strahlen einzelne, zarte Fäserchen in die Grundmembran aus, welche die Längsrichtung des Schlauches einhalten und gegen die freie Mündung desselben mit einer ähnlichen, aber zur Längsachse der Drüse quer stehenden Faserung zusammenhängen, welche anderntheils, wie die Aeste vom Baumstamme, von den

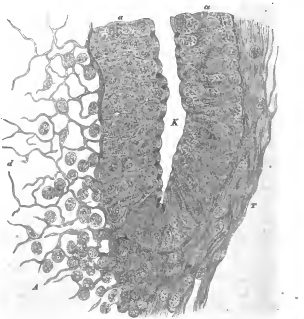


Fig. 109. Krypte und angrenzendes Follikulargewebe aus dem Kaninchendarm. *K* Krypte *a a.* Epithel, *d* ausgepinseltes, adenoides Gewebe. *T* faseriges Gewebe an der entgegengesetzten Seite.

Scheidewänden der Drüsen unter fast rechtem Winkel abtreten. Ueberdem zeigen solche Membranen eine schöne, rundlich-polygonale Zeichnung, den Basen der abgefallenen Epithelialzellen entsprechend.

Die LIEBERKÜHN'schen Drüsen nehmen die ganze freie Darmfläche ein, mit Ausnahme der Zottenbasen und der Oberfläche der Follikel. Während ihre Mündungen an den ersteren auseinanderweichen müssen, bauchen sie sich nach innen unten fast bis zur Berührung einander wieder zu und lassen nur schmale Zwischenräume zum Durchtritte der Gefässe und Muskelbündel zwischen sich frei. Ueber den Follikeln fehlen sie gewöhnlich gänzlich, was namentlich für jene Fälle gilt, wo die Follikel kuppenförmig in das Darmlumen

vorragen; sie sind dann um diese Erhabenheiten kranzartig angeordnet, was zur Bezeichnung Corona tubulorum (Joh. Müller) geführt hat. —

Muscularis mucosae. An der Grenze zwischen Schleimhaut und submucösem Gewebe entdeckten Middeldorpf[1] und Brücke[2] eine Schichte organischer Muskelfasern, welche vom Anfang bis zum Ende des ganzen Darmtractus sich verfolgen lässt und von der Ausläufer nach verschiedenen Richtungen sich abzweigen.

An der Muskelschichte der Schleimhaut unterscheidet man je nach der Richtung, welche die sie constituirenden Fasern vorzugsweise einhalten, zwei Lagen von nahezu gleicher Stärke: eine Ring- und eine Längsfaserschichte, welche jedoch stellenweise auch ineinander aufgehen können.

Die Muskelschichte erscheint häufig unterbrochen, um Lymphfollikel durchtreten zu lassen, ferner um den blinden Grund Lieberkühn'scher Krypten in sich aufzunehmen, oder endlich kann sie an und für sich eine netzartige Anordnung darbieten und es ist daher erklärlich, dass Darmschnitte bald Ring- und Längsfaserschichte in continuirlichem Zusammenhange zeigen, bald nur eine derselben, bald beide stellenweise fehlen. Ferner kann auch bei verschiedenen Thieren die Anordnung sich mehr einem oder dem andern dieser Typen nähern, und so erwähne ich das Kind, bei dem die Ringfaserschichte fast ganz eingeht, so dass der Muskelzug eine vorwiegend longitudinale Richtung einhält und stellenweise zu prachtvollen Netzen auseinanderfährt; ferner das Kaninchen, bei dem trotz der geringen Mächtigkeit die Sonderung in quer- und längsverlaufende Schichte scharf ausgesprochen ist.

Von den Ausläufern der Muscularis mucosae war schon theilweise die Rede, als wir deren einige zwischen den Acinis der Brunner'schen Drüsen auffanden. Von grösserer Wichtigkeit und constantem Vorkommen sind jene, welche nach der Schleimaut selbst sich abzweigen und von Brücke[3] und Kölliker[4] aufgefunden wurden. Dieselben bilden einestheils gestreckte Züge von zuweilen nur einer Faserzelle im Querschnitt, welche zwischen den Lieberkühn'schen Drüsen aufsteigen und besonders in der Nähe der freien Schleimhautfläche nicht selten durch einzelne Querfasern zusammenhängen; anderntheils aber stärkere Bündel bis zu zwölf Faserzellen im Querschnitt betragend, welche in die Zotten eindringen und dieselben der ganzen Länge nach durchsetzen. Die Muskelbündel treten theils jedes für sich in die Zotte ein, theils (besonders bei schmäleren Zotten) vereinigt und divergiren erst an der Basis derselben, so dass man fast immer ein doppeltes System von Muskelbündeln unterscheiden kann; die einen legen sich an die centralen Chylusräume an und helfen so mit dem Epithel derselben die Begrenzungswand bilden — die andern ver-

1) De Glandulis Brunnerianis. Diss. Vratisl. 1846.
2) Ueber ein in der Darmschleimhaut aufgefundenes Muskelsystem. Akademie d. Wissenschaften in Wien. Februarheft 1851. 3) l. c.
4) Ueber das Vorkommen von glatten Muskelfasern in Schleimhäuten. Zeitschrift für wissensch. Zoologie. Heft 1. 1851.

laufen im Parenchym der Zotte selbst nach oben, indem sie die Maschenräume des adenoiden Gewebes durchsetzen und hängen häufig durch anastomosirende, schiefe Faserzellen mit einander zusammen (His). Die Anzahl solcher Muskelbündel kann in einer Zotte bis 20 und mehr betragen, wie das besonders beim Hund und bei der Katze der Fall ist; an einem Zottenlängsschnitt liegen oft 7—10 Muskelbündel neben einander.

Bei fast ausgetragenen Embryonen von Meerschweinchen finden sich noch statt der ausgebildeten Zotten solide, papillenartige Zellenwucherungen vor und neben diesen solche, welche von der Basis gegen die Spitze aus eine mehr oder weniger tief reichende, centrale Aushöhlung besitzen. In letzterer nun kann man nebst den in sie eingestülpten Gefässen auch einen Zug Muskelfasern mit Sicherheit nachweisen, der von der Muscularis mucosae kommend, am blinden Ende der Zottenhöhlung schlingenförmig umbiegt und zur Muscularis mucosae zurückkehrt. Auch von einer erwachsenen Katze habe ich ein Zottenpräparat erhalten, an dem dieses Verhältniss erkennbar ist, und ich glaube daher auf diesen Befund die Angabe von Donders [1] zurückführen zu dürfen, nach welcher unter der Spitze der Zotten auch quere Muskelfasern vorkommen. Ich selbst sah deren nicht selten bei Kind, Katze und Ratte und beziehe sie nach dem Vorhergesagten auf die schlingenförmige Umbiegung der Muskelfasern unter der Zottenspitze. —

Die Faserzellen der Muscularis mucosae sind kürzer und schmäler als jene des eigentlichen Muskelschlauches, nach Moleschott sind sie kaum 0.06 Millim. lang. Die ganze Muskelschichte der Schleimhaut ist beim Menschen gewöhnlich nicht stärker als 0.021 Millim., sie kann aber auch auf die Hälfte und weniger herabsinken.

Epithel. Die freie Fläche der Schleimhaut ist mit Cylinderzellen überzogen, welche im Allgemeinen einschichtig geordnet, an einzelnen Stellen, wie z. B. oberhalb der Peyer'schen Haufen, noch rundliche Zellen zwischen ihren aufsitzenden Enden erkennen lassen.

Die Epithelialzellen des Dünndarms erscheinen bald cylindrisch geformt, bald kegelförmig und sitzen im letzteren Falle mit der Spitze fest, während sie die Basis dem Darmlumen zuwenden. Durch Reagentien lassen sich diese Formen sehr bedeutend modificiren und die Zellen erscheinen dann keulenförmig, gebaucht, in Fortsätze ausgezogen und dergl. An der freien Fläche fallen die unversehrten Epithelzellen des Darmes durch einen breiten Saum auf, welcher unter günstigen Bedingungen (namentlich guten Mikroskopen) eine Zeichnung in Form feiner, mit der Längsaxe der Zellen parallel laufender Linien erkennen lässt. Sind die Zellen schon Veränderungen eingegangen, so wird die Streifung unregelmässiger, einzelne Linien ragen vor, andere weichen vom Parallelismus der übrigen ab. Es wird darüber gestritten, ob diese Striche der Ausdruck von Porenkanälchen sind, welche den Saum durch-

1) Physiologie I.

setzen (Funke [1], Kölliker [2]) oder aber der Ausdruck von Stäbchen, aus welchen dieser aufgebaut sein soll (Brettauer und Steinach [3]). Dieser Streit hat jetzt insofern an Bedeutung verloren, als uns weder der Stäbchenbau noch die Poren Aufschluss bringen über den Gang der Fettkügelchen bei der Resorption.

Eine sehr auffallende und häufige Erscheinung ist es, dass neben den gewöhnlichen Cylinderzellen des Darmes noch glocken- oder becherförmige Gebilde mit nach der Darmhöhle zu offenen Mündungen auftreten, welche in ihrem Grunde einen mehr oder weniger grossen Protoplasma-Klumpen mit oder ohne Kern einschliessen. Brettauer und Steinach [4] haben zuerst die Ansicht vertheidigt, dass diese Bechergebilde Umwandlungsproducte der Cylinderzellen seien. Es wird aber noch bis zum heutigen Tage darüber gestritten, ob, wie es Henle [5] ausdrückt, jene Körperchen umgewandelte Epithelialcylinder oder Formelemente eigener Art sind. Die Cylinderzellen des Dünndarms sind so zarte Gebilde, dass man sie im frischen Zustande nur ohne Zusatz von Reagentien auf einer dem lebenden Thiere ausgeschnittenen Schleimhautfalte mit sehr gelinde angedrücktem Deckglas untersuchen muss. Nur das so behandelte Präparat giebt über die Darmepithelien Aufschluss, nur so gelingt es in der Vogelperspective, das gleichmässige Mosaik zu sehen, welches von den Basen der die Zotten überkleidenden Zellen gebildet wird, nur so überzeugt man sich, dass eine Zellenendfläche wie die andere aussieht und dass eben nur ihre Grösse und Form wechselt. — Schon nach einer Minute treten an einzelnen Basen helle, glänzende Stellen auf und nach einiger Zeit sind auch schon Becher vorhanden. Die Handhabung der Stellschraube führt zu der untrüglichen Entscheidung, dass diese glänzenden Flecke Erhabenheiten entsprechen, welche an verschiedenen Stellen ungleich hoch über die Epithelien vorragen. In Rücksicht nun auf diesen Vorgang, in Rücksicht darauf, dass das Auftreten von Erhabenheiten, respective das Austreten von kugeligen Gebilden aus den Cylinderzellen durch Brücke schon aus der Profilansicht der Zellen erwiesen wurde, ist es unzweifelhaft, dass aus den Cylinderepithelien sehr rasch nach ihrer Entfernung aus dem lebenden Organismus Inhaltsportionen austreten und dadurch becherförmige Gebilde entstehen. Stricker und Kocslakof haben gezeigt, dass ein solcher Vorgang bei acuten, catarrhalischen Prozessen besonders ausgeprägt erscheint, indem das Cylinderepithel der catarrhalisch afficirten Magen und Darmschleimhaut des Kaninchens schon im frischen Zustande auf ganzen Strecken nur aus Becherzellen zusammengesetzt sei. Erwägt man dazu, dass es nach Behandlung mit Reagentien nicht selten gelingt, den grössten Theil des Epithels des gesammten Darms in Becher umzuwandeln, so wird man sich füglich der Ansicht nicht verschliessen, dass aus den gewöhnlichen Cylinderzellen Becher entstehen können.

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, VI. 2) Würzburger Verhandlungen, VI.
3) Sitzungsbericht der k. Akademie der Wissenschaften, 1857.
4) l. c. 5) Handbuch der Eingeweidelehre, 1862, p. 165.

Dabei lässt sich aber nicht viel dagegen einwenden, die Epithelien nach dem Vorgange Leydig's und F. E. Schultze's als einzellige Drüsen zu bezeichnen. Man braucht nur das, was die Zelle entleert, als das Secret, die Düte mit dem Zellenreste an ihrem Grunde aber als Drüse aufzufassen Es ist auch bis jetzt kein Grund ins Feld zu führen gegen die Annahme, dass die Zellen die Umgestaltung zu Bechern nur auf einem gewissen Entwicklungszustande eingehen können.

Auch lässt sich vorläufig nicht gegen die Behauptung kämpfen, dass neben den Epithelien, aus welchen die bisjezt genannten Becher entstehen, noch besondere Becher — oder röhrenförmige Gebilde vorhanden sind. Diese Behauptung ist zwar bis zum heutigen Tage nicht erwiesen, aber es spricht eben so wenig gegen sie, dass man die Gebilde im frischen Zustande nicht sehen und im veränderten Zustande von den Kunstbechern nicht unterscheiden kann[1].

Die Becherbildung erstreckt sich übrigens nicht nur auf die Zellen, sondern wie Basch[2] gezeigt hat auch auf die Kerne. Wenn man das Darmepithel des Frosches mit Borsäure behandelt, so kommen solche Bilder häufig zur Anschauung. Die Kerne sind entweder einfach oder an zwei Stellen durchbrochen, und aus der Mündung hängen nicht selten halbausgetretene Klumpen heraus.

Heidenhain[3] gab für das Zottenepithel an, dass das aufsitzende Ende der Zellen mit allmählicher Verdünnung in einen Fortsatz ausgeht, der mit Bindegewebskörperchen des Zottenparenchyms in Zusammenhang tritt. Diese Angabe ist aber nur von Wenigen bestätigt, von den meisten Histologen bestritten worden.

Als die günstigsten Thiere, an deren Zotten man den Zusammenhang des Epithels mit einem unter dem Epithel liegenden Netze am besten beobachten könne, wurden die Meerschweinchen genannt. Bei diesen und bei den Ratten trifft man nämlich häufig das Zottenepithel vom Parenchym abgelöst, wie Handschuhe von den Fingern, und man sieht dann thatsächlich zwischen Parenchym und Epithel ein zartes Netzwerk, dessen Fäden anscheinend eine Communication bald mit dem ersteren, bald mit dem letzteren eingehen. In diesem Falle liegt aber dem Netzwerk ein Kunstproduct zu Grunde. Das Netzwerk ist aus kugeligen Gebilden aufgebaut. Man kann die Uebergänge von lose nebeneinandergelegten Kugeln bis zu dem scheinbaren Netzwork deutlich verfolgen. Ob diese Kugeln veränderte rothe Blutkörperchen, oder Abkömmlinge der Epithelien oder anderer Zellen sind, lässt sich mit Sicherheit nicht erschliessen. Das Aussehen und der Vergleich mit durch Chromsäure veränderten rothen Blutkörperchen macht die erstere Meinung wahrscheinlicher.

1) Die umfangreiche Literatur über dieses Thema ist in einer Abhandlung Eimer's »Zur Geschichte der Becherzellen, Berlin 1868« vollständig verzeichnet.

2) Centralblatt 1869.

3) Die Absorptionswege des Fettes, Moleschott's Untersuchungen, Bd. IV.

Bei diesen Thieren besteht also geradezu keine Verbindung zwischen Epithel und Stroma.

Schwieriger ist es, sich über diese Frage in den Fällen auszusprechen, wo das Epithel nicht abgelöst ist, und man also häufig in die Lage kommt, entscheiden zu müssen, ob zwei Fäden, die aneinander grenzen, auch ineinander übergehen.

Nerven. Man unterscheidet auch am Dünndarm zwei grosse Lager von Ganglienmasse, welche einestheils in der Tunica submucosa, anderntheils zwischen musculöser Rings- und Längsfaserschichte sich ausbreiten. Erstere von Meissner [1] zuerst beschrieben, bietet fast ausschliesslich eine flächenhafte Anordnung dar, wenngleich einzelne Ganglien gegen die Schleimhaut sich aufrichten und zwischen je zwei Follikel sich eindrängen; letztere von Auerbach [2] entdeckt, stellt mehr unregelmässige, knollige Ganglienmassen dar, welche sich mit Vorliebe an den Stellen häufen, wo bindegewebige Septa in die Ringsfaserschichte eindringen.

Von den einzelnen Ganglien, welche bis 0.4 Millim. im Durchmesser betragen können, sowie durch dieselben ziehen nun Nervenstämmchen, von 0.002—0.004 Millim. Breite, welche netzartig anastomosiren und mit den bindegewebigen Scheidewänden die Ringsfaserschichte sowohl durchsetzen, um so die Verbindung zwischen den beiden Ganglienlagern herzustellen, als auch die muskulöse Längsfaserschichte durchbohren, um mit den Mesenterialnerven in Zusammenhang zu treten. Auch im Verlaufe dieser Nervenstämmchen findet man einzelne kleinere Ganglien eingestreut.

Ueber die Fortsetzung dieses Nervensystems in der Schleimhaut, sowie dessen Vertheilung in dieser, ist bisjetzt nichts Sicheres bekannt. Ebenso über die Endigung der blassen Nervenfasern in den organischen Faserzellen der Muskelhaut.

Die Nervenzellen, welche zu 3—30 ein Ganglion zusammensetzen, sind beim Menschen uni- und multipolar und haben einen Durchmesser von 0.006 bis 0.019 Millim.

Die Nervenstämmchen bestehen aus marklosen Fasern. Sowohl Nervenstämmchen als Ganglien stecken in kernhaltigen Scheiden.

C. Der Dickdarm.

Der Dickdarm, die directe Fortsetzung des dünnen Gedärmes zeigt in seinen einzelnen Abschnitten, Coecum mit dem Processus vermicularis und Colon, im Grossen und Ganzen denselben Bau und dieselben gegenseitigen Beziehungen seiner Elementartheile, wie der Dünndarm.

Das Epithel, das die innere Oberfläche der Schleimhaut bekleidet, ist ein einschichtiges Cylinderepithel.

1) Zeitschrift für rationelle Medicin, VIII, 1857.
2) Ueber einen Plexus myentericus, Breslau 1862.

Die einzelnen Cylinderzellen variiren an Grösse und Form nicht selten sehr bedeutend. Bald sind sie cylindrisch oder kegelförmig mit abgestutzter Spitze, dabei kurz und relativ breit, bald sind sie schmal und nach aussen in einen spitzen Fortsatz auslaufend, ihr Kern ist rundlich oder elliptisch, central oder im unteren, resp. im äusseren Drittel gelegen. Beim Neugebornen Kinde findet man häufig das cylindrische Epithel auf grosse Strecken von dem darunter liegenden Gewebe losgelöst. An dem dicken Basalsaume der Cylinderzellen lässt sich am frischen und gehärteten Präparaten die bekannte feine Streifung nachweisen.

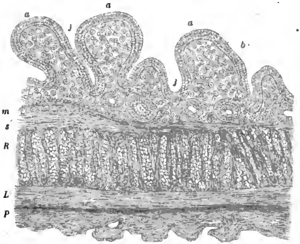


Fig. 440. Durchschnitt durch den Dickdarm des Kaninchens. *J.* Krypte. *a* Epithel. *b* Mucosa. *m* Muscularis mucosae. *s* Submucosa. *R* Ringsmuskelschichte. *L* Längsmuskelschichte. *P* Peritoneum.

Die Mucosa ist ganz so wie im Dünndarm gebaut. Sie besteht aus einem sehr dichten und zarten Zellennetz, in welchem zahlreiche Lymphkörperchen eingelagert sind.

Beim neugebornen Kinde finden sich ausserdem zahlreiche Spindelzellen von derselben Form, wie an anderen Orten im embryonalen Bindegewebe.

In die Mucosa sind die Lieberkühn'schen Krypten eingebettet. Diese stellen bald geradlinige, bald wenig gekrümmte, senkrecht oder schief zur Oberfläche gestellte, überall gleich weite oder häufiger am Grunde kolbig angeschwollene Schläuche vor, von 0.06—0.08 Millim. im queren und 0.35 Millim. im Längsdurchmesser. Das Epithel, das die Schläuche auskleidet, ist eine directe Fortsetzung des Cylinderepithels der Oberfläche und unterscheidet sich in keiner Beziehung von diesem.

Was die Vertheilung der Krypten anlangt, so liegen sie im Coecum und Colon eine dicht neben der anderen, während sie im Processus vermicularis zwar nicht selten, immerhin aber durch grössere Schleimhautpartieen von einander geschieden sind und zugleich kürzer und breiter erscheinen.

Die Muscularis mucosae ist ziemlich schwach entwickelt, ihre Bündel sind stellenweise zu einer inneren Rings- und äusseren Längsschichte deutlich angeordnet, häufig durchkreuzen sie sich am Grunde der Schläuche,

überall ziehen jedoch zahlreiche, kleinere Bündelchen zwischen die Schläuche in die Mucosa ein, in welcher sie zu den Krypten in demselben Verhältnisse stehen wie im Dünndarme.

Das submucöse Gewebe ist locker, daher die im Coecum und im Colon zahlreich zu treffenden, verstreichbaren Schleimhautfalten. Das submucöse Gewebe steht auch hier sowohl mit den Septis der Bündel der Muscularis externa, als auch durch Gefässe, die die Muscularis mucosae durchbrechen, mit der Mucosa in Zusammenhang.

Die Follikel, die sich im menschlichen Dickdarm, und zwar im Processus vermicularis selten, im Colon weniger selten, nur in der solitären Form finden, reichen entweder nur bis an die Muscularis mucosae, oder sie schieben sich zwischen deren Bündeln mit dem inneren Theile, ihrer Kuppe, in die Mucosa selbst ein und drängen dann die Krypten zur Seite und in eine zur Oberfläche der Schleimhaut mehr oder weniger schiefe Lage. Die Form der Follikel ist rundlich oder nur wenig seitlich zusammengedrückt; die Follikel sind überall deutlich abgegrenzt. Das submucöse Gewebe ist in ihrer Umgebung reich an dünnwandigen, weiten Lymphgefässen, sowie an zerstreut und frei liegenden Lymphkörperchen.

Die Muscularis externa scheidet sich ebenso wie im Dünndarme in eine innere Rings- und eine äussere Längsmuskelschichte. Beide zusammen betragen im Coecum und Colon des Kindes 0.6—0.7 Millim.

Die Längsschichte steht in Bezug auf ihre Dicke mit der Ringsfaserhaut in umgekehrtem Verhältnisse, indem diese nur an der Stelle der Taeniae mit der ersten gleiche Dicke besitzt, an den dazwischenliegenden Partieen aber in demselben Maasse an Stärke zunimmt, als die Längsschichte schwächer wird.

Die solitären Follikel besitzen nach übereinstimmenden Angaben keine Chylusgefässe, es werden vielmehr nach Teichmann [1] die Chylusgefässe durch die Follikel verdrängt, so dass dadurch ihr Verlauf in der Umgebung derselben ein ganz unregelmässiger wird. Die um die Follikel befindlichen Netze sind, wie His nachgewiesen hat, weite Lymphsinuse, die mit einem Plattenepithel [2] ausgekleidet sind.

Auch die Nerven zeigen im Dickdarme ganz ähnliche Verhältnisse wie im Dünndarm, sowohl was ihre Plexus zwischen den beiden Muskellagen und im submucösen Gewebe anlangt, als auch in Bezug auf die Auerbach'schen und Meissner'schen Ganglienknoten. Die letzteren sind zumeist rundlich, verhältnissmässig gross, ihre einzelnen Zellen jedoch auffallend klein.

Die Zellen setzen sich aus den Knoten in die einzelnen Nervenstämme noch auf kurze Strecken kettenförmig fort. Jeder Knoten ist begrenzt von

1) Teichmann: l. c.; His: Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie XI. XII. und XIII. Frey: Virchow's Archiv, Bd. 36.

2) v. Recklinghausen: Die Lymphgefässe etc. Berlin 1862.

einer bindegewebigen Hülle, in der ausser rundlichen Kernen noch spindelige, einen oblongen Kern besitzende Zellen deutlich zu erkennen sind.

D. Mastdarm.

Bis zur Analmündung herab nimmt die Dicke des Darmes immer mehr zu, so dass man die Wände des Rectums vom Erwachsenen schon in dessen Mitte 3—4 Millim. mächtig antrifft; noch auffallender ist dieses Verhältniss beim neugebornen Kinde, an dem die Rectalwände 1.3—1.5 Millim. stark werden. Diese Verstärkung ist theils eine selbständige, in den Muskelhäuten selbst gelegene, theils hat sie in peripherem Zuwachs ihren Grund, indem das Rectum, nachdem es sich aus der Peritonealhülle entwickelt, zahlreiche Muskelbündel von der Umgebung, und zwar ganz besonders vom Musculus levator ani bezieht.

Die Muskelhäute, von welchen die äussere hier wieder eine continuirliche Schichte darstellt, treten daher in den untersten Partieen immer mehr mit den anstossenden Geweben in Zusammenhang, und wie die Schleimhaut allmählig in die äussere Haut, geht auch die organische Muskulatur des Darmes in die quergestreifte der Analgegend über.

Auch das Peritoneum erscheint, so weit es das Rectum überzieht, verdickt; desgleichen das submucöse Gewebe, welches nach unten zu immer mächtiger und derber werdend, theils direct in das subcutane Bindegewebe der Regio analis sich fortsetzt, theils bänderartig zwischen die Fächer des M. sphincter externus eindringt.

Muskelschlauch. Die Längsfaserhaut des Darmes, welche durch Verbreiterung der drei Ligamenta coli im Mastdarm wieder zu einer mehr continuirlichen Schichte geworden, zeigt in den höheren Partieen des letzteren doch noch ziemliche Differenzen in der Mächtigkeit, welche an die frühere bündelweise Anordnung der Muskelfasern erinnern. Beim neugebornen Kinde wechseln so in derselben Höhe Stellen von 0.23 Millim. mit solchen von nur 0.06 Millim. Dicke ab, und auch beim Erwachsenen finden sich ähnliche Unterschiede vor. Allmählig gleichen sich jedoch die Muskelstränge durch seitliche Vertheilung aus, verflechten sich im weiteren Verlaufe auch stellenweise mit den äussersten Bündeln der Ringfaserhaut (Houston'sche Klappe) und kommen endlich an die innersten Bündel des Musculus levator ani zu stehen, welche anfangs durch eine dünne Bindegewebsschichte (hintere Portion der Fascia pelvis) getrennt, endlich frei und unter spitzem Winkel hinzutreten. Wenige Millimeter höher oben verfilzen sich einige Fasern der hinteren Portion der Längsfaserhaut mit den Fasern der Musculi rectococcygei, welche vom Kreuzbein kommend, hier endigen.

Man könnte am Musculus levator ani drei Portionen unterscheiden, je nach der Natur seiner Fasern, welche zu innerst organisch, in der Mitte sowohl organisch als quergestreift gemischt, nach aussen (und diese machen den

grössten Theil aus) rein animalisch sind. Nur die innerste dieser drei Gruppen tritt in unmittelbare Beziehung zum Mastdarm, indem deren Fasern theils schief in die Längsfaserschichte eindringen und sich mit diesen auf- und absteigend verweben, theils dieselbe unter fast rechtem Winkel durchsetzen und mit der Ringfaserhaut verschmelzen. In der Höhe des Sphincter internus rückt gleichzeitig die Längsfaserhaut von ersterem etwas ab, indem Bindegewebsbündel sich dazwischen schieben und nun ist die Grenze zwischen Längsfaserhaut und innersten Bündeln des Levator ani durch gegenseitige Annäherung nicht mehr zu erkennen. Längsfaserhaut und innerste Bündel des Levator ani spalten sich in fächerartig ausstrahlende Stränge, welche zwischen die



Fig. 144. Längsdurchschnitt durch die Musculatur des rectums.

Bündel des M. sphincter externus derart dringen, dass der Ring des Sphincter externus gewissermaassen in concentrische Zonen zerfällt; sie durchsetzen ihn seiner ganzen Dicke nach und laufen endlich in dünne Sehnen aus, welche in die Haut des Gesässes sich verlieren.

Die Ringfaserhaut erscheint im Beginne des Mastdarms noch mässig dick. Beim Erwachsenen beträgt sie noch nicht 1 Millim., beim Neugebornen ungefähr 0.2 Millim., wächst aber, je näher sie dem After herabsteigt, desto mehr an, bildet auch unbeständige Verdickungen an den untersten Plicae sigmoideae, wobei sie sich auch mit der Längsfaserschichte verfilzt, nimmt zahlreiche Mukelbündel vom Musculus levator ani auf und schwillt endlich nahe vor der Aftermündung bis zu 5 Millim. beim Erwachsenen, 0.5 Millim. Dicke beim Neugebornen auf, wodurch ein ringartiger Wulst entsteht, der als Sphincter internus bezeichnet wird. Die Abgrenzung dieses Ringes ist jedoch nach oben zu keine scharfe, und führt man durch den untersten Theil

des Rectums bis zur Analöffnung herab einen Längsschnitt, so erscheint die Verdickung der Ringfaserhaut zum Sphincter internus kolbenförmig.

Gleich unter dem Sphincter internus und etwas nach aussen von ihm, beginnt der animalische Sphincter externus, der ringartig die Aftermündung umgiebt und seitlich mit den äussersten Bündeln des Musculus levator ani zusammenhängt.

Schleimhaut. Im untersten Theile des Mastdarmes vom Menschen zeigt die Schleimhaut gewöhnlich klappenartige Vorsprünge, welche quer zur Axe des Darmes stehen, meist aber nur einen Theil der Peripherie desselben einnehmen. Sie sind aber weder beständig, noch stellen sie immer bleibende Bildungen dar, indem auch der Muskelschlauch in sie eingeht. In der Mehrzahl der Fälle fand ich deren drei oder vier, von welchen einzelne und zwar vorzugsweise die untersten, insofern selbständig erscheinen, als ihnen häufig eine Verdickung der Ringfaserhaut entspricht, die an dieser Stelle bis aufs Doppelte stärker werden kann. An einem kindlichen Präparate finde ich so die früher 0.24 Millim. starke Ringfaserhaut an einer solchen Falte zu einem Wulste von 0.4 Millim. Dicke anschwellen, in welchem übrigens selbst die Längsfaserhaut mit einigen Bündeln einbezogen wird. Die unterste dieser Falten liegt ungefähr 5—6 Centim. über der Aftermündung (1—2 Centim. bei Neugebornen) und nimmt die ganze rechte Wand des Mastdarms ein, von der sie sich sowohl nach der vordern als nach der hintern weiter verbreiten kann. Die nächste obere befindet sich an der linken Wand, die nächste wieder an der rechten, und so weiter in kurzen Abständen von einander alternirend, wenn mehrere Falten vorhanden sind.

Bezüglich des feineren Baues behält die Schleimhaut des Mastdarms denselben Character wie im übrigen Darmtractus bei. Nahe dem After jedoch treten elastische Fasern reichlicher auf, die zelligen Elemente werden spärlicher, die Gefässe seltener und endlich ist der Uebergang in die äussere, mit Papillen versehene Haut vollendet. Bis zu diesem Puncte ist auch die Muscularis mucosae deutlich zu verfolgen. Wie alle übrigen Darmhäute, nimmt auch diese am Mastdarm zu, so dass sie bis zu 0.2 Millim. und darüber beträgt, während die Differenzirung in eine äussere Längs- und eine innere Ringfaserschichte vor der vorwaltenden Längsrichtung in den Hintergrund tritt. Kurz vor der Analmündung schiebt sie ihre Bündel zu mehreren Strängen dichter zusammen und treibt hierdurch die Schleimhaut in Form longitudinaler Falten (Columnae Morgagni) hervor, worauf sie in dünnen Sehnen ausläuft, die in der Haut der Aftergegend endigen. Die sehnige Endigung der Muscularis mucosae ist übrigens an Thieren viel besser zu beobachten, als an Menschen, von welchen selten genügend frische Präparate vorliegen; und wo der Uebergang des Cylinderepithels in das Pflasterepithel der Haut plötzlich erfolgt (Ratte, Meerschweinchen), fällt sie genau mit dieser Stelle zusammen.

Die aufsteigenden Ausläufer, welche die Muscularis mucosae auch hier zwischen die LIEBERKÜHN'schen Schläuche entsendet, hängen durch einzelne

Querfasern mit einander zusammen. Fast regelmässig erscheinen solche hart unter der Schleimhautoberfläche an den Mündungen der Schläuche.

Von Lymphfollikeln weist die Schleimhaut des Mastdarmes nur wenige solitär stehende auf, welche übrigens wie jene des übrigen Dickdarms sich verhalten. Nur sei noch erwähnt, dass ich beim Kinde unterhalb der Curvatura sigmoidea, zuweilen mitten zwischen den auseinandergewichenen Fasern der Ringfaserhaut, oder auch zwischen dieser und der longitudinalen Muskelschichte ganze Inseln adenoiden Gewebes antraf, welches seitlich mit dem interfibrillären Bindegewebe der Muskelhäute zusammenhing. Ob diesen aber dieselbe Function wie den Lymphfollikeln zukömmt, bleibt wohl dahingestellt.

Entsprechend der verdickten Schleimhaut erscheinen auch die Lieberkühn'schen Krypten höher, und zwar bis zu 0.6 und 0.7 Millim., während sie auch an Breite bis zu 0.07 Millim. zunehmen können; beim Neugebornen erreichen sie ungefähr 0.3 Millim. Höhe, 0.05 Millim. Breite. Nur die Oberfläche der Lymphfollikel lassen sie unbesetzt, wesshalb diese wie grubig einsinkt und an der Innenfläche des Darmes schon mit freiem Auge punctförmige Vertiefungen erkennbar werden, die dem Sitze der einzelnen Follikel entsprechen. Im Uebrigen stehen die Krypten dicht aneinander gedrängt und hören erst an den Columnis Morgagni auf, in deren untersten Partieen schon einzelne Talgdrüsen auftreten.

Das Epithel des Mastdarmes endlich unterscheidet sich nicht von jenem des Dünndarms und trägt ebenso wie dieses einen gestreiften Saum. Ich constatirte einen solchen wenigstens beim Mensch, Hund, Katze, Kaninchen, Meerschweinchen, Ratte, Frosch. Gegen die Analmündung zu treten aber immer zahlreicher rundliche Zellen zwischen den cylindrischen oder kegelförmigen auf, wie das jedoch auch für manche Stellen des Dünndarms bekannt ist. Sie nehmen nur bis zu den Columnis Morgagni derart überhand, dass endlich an diesem das Cylinderepithel vor ihnen ganz weicht und nur mehrfache Schichten rundlicher, saftiger Zellen übrig bleiben, deren oberflächlichste sich allmählig immer mehr abplatten bis zum vollendeten Uebergang in das gewöhnliche Pflasterepithel. Beim Kinde erscheint dieser Uebergang weniger schnell, während die vorstehenden Kanten der Morgagni'schen Falten schon mit Pflasterzellen überzogen sind, bewahren die geschützteren tiefen Buchten zwischen den Columnis noch immer einen Ueberzug von Cylinderepithel. Erst wo das Pflasterepithel vollkommen ausgebildet ist, hart unterhalb des Sphincter internus, trifft man Papillen an.

Bei der Ratte fehlen die Columnae Morgagni und reichen die letzten Krypten bis zum Sphincter externus herab. Die letzte Krypte trägt ganz normmässig Cylinderepithel bis zu ihrer Mündung; an der dem After zugekehrten Seite der Mündung aber reicht die letzte Cylinderzelle genau bis zum Niveau der Mündung selbst, und an ihr schliesst sich mit einem Schlage vier- bis fünffach geschichtetes Pflasterepithel an. Dieser Punct trifft fasst immer mit der Stelle zusammen, wo die Muscularis mucosae schräg werdend, in Zipfel ausläuft und sich verliert.

Nerven. Meissner'sche und Auerbach'sche Plexuse setzen sich vom Colon auf den Mastdarm fort, aber in dem Verhältnisse, dass die letzteren über die ersteren überwiegen. Nachdem die peritoneale Umhüllung aufgehört, treten von hinten her dichte Nervengeflechte vom Plexus pudendalis hinzu, in welche stattliche, gangliöse Anschwellungen eingestreut sind. Sie führen sowohl dunkelrandige, als auch blasse, sympathische Nervenfasern, welche zwischen den Muskelbündeln des Sphincter internus und externus, der äusseren Längsfaserschichte und des Levator ani sich vertheilen.

Capitel XVII.

Blutgefässe des Darmcanals.

Von

C. Toldt.

Schleimhaut der Mundhöhle.

Sie bezieht ihr Blut aus verschiedenen Zweigen der Carotis externa — Artt. labiales, buccinatoria, lingualis, transversa faciei, pterygopalatina, alveolaris super. und inferior —. Die Endästchen dieser Arterien gelangen, nachdem letztere durch Abgabe von zahlreichen Aesten an Muskeln, Drüsen u. s. w. ihr Kaliber schon sehr verkleinert haben und zahlreiche Anastomosen unter sich und mit benachbarten Arterienzweigen eingegangen sind, in das submucöse Gewebe der Mundhöhle. Hier breiten sich ihre Verzweigungen in der Fläche aus und bilden durch zeitweilige Anastomosen ein weitmaschiges Netz, aus welchem Zweige in die Bindegewebsschicht der Schleimhaut gelangen, um hier ein dichtes, mit dem gleichnamigen venösen Netze vielfach verschlungenes Endnetz zu bilden. Aus diesem erheben sich endlich die Gefässchen für die Papillen, deren Capillargefässe an den verschiedenen Abschnitten der Schleimhaut nicht unerhebliche Verschiedenheiten bieten.

Die abführenden Canälchen der Papillen senken sich in ein dichtes, venöses Netz ein, welches sich mit dem erwähnten arteriellen Netze durchkreuzt. Der venöse Antheil der Gefässausbreitung im Bindegewebstheile der Schleimhaut hebt sich durch Breite der Röhren, relativ geradlinigen Verlauf derselben und zahlreichere Anastomosen hervor, während der arterielle Theil, nicht so sehr was die Zahl, wohl aber was die Weite der Röhren betrifft, bedeutend gegen den venösen zurücksteht. Im Allgemeinen laufen arterielle und venöse Zweige einander parallel.

Die aus diesem Netze ableitenden Venenstämmchen laufen an der Seite einer Arterie in's Unterschleimhautgewebe, wo sie sich sammelnd und gegenseitig anastomosirend ein weitmaschiges Netz, wie die Arterien und denselben parallel, darstellen. Dieses Verhalten findet sich im ganzen Bereich der Mund-

höhle, nur dass die Dichte des Netzes nach der grösseren oder geringeren Entwicklung der Papillen-Capillaren an verschiedenen Stellen bedeutenden Differenzen unterliegt.

Die Capillarausbreitung in den Papillen ist im Allgemeinen eine um so entwickeltere, je grösser dieselben sind.

Am Lippenrande, wo die stärksten Papillen sich finden, treten aus dem arteriellen Endnetze in jede Papille 3—5 Zweigchen ein, welche durch Theilungen und Anastomosen ein gestrecktes, weites Capillarnetz bilden (Fig. 112). Der Uebergang in die venösen Stämmchen erfolgt durch schlingenförmige Umbiegungen eines oder mehrerer capillarer Zweige, und zwar gewöhnlich an der Spitze der Papille. Von da läuft das Venenstämmchen, ausgezeichnet durch weites Lumen und geradlinigen Verlauf, manchmal ein oder das andere Seitenästchen aufnehmend, immer fast median gelagert bis zur Basis der Papille, um sich in lothrechter Richtung in das venöse Schleimhautnetz einzusenken. Durch letzteren Umstand unterscheidet es sich durchwegs von den vorcapillaren Arterienzweigchen, welche jedesmal in schiefer Richtung gegen die Papillen aufsteigen. — Mit der Entfernung von dem Lippenrande vereinfacht sich die Gefässanordnung in den Papillen, so dass für die Schleimhautpapillen der hinteren Lippenfläche nur mehr einfache Capillarschlingen, stellenweise mit einem oder zwei Verbindungsästen zur Regel werden. Ebenso finden sich an den Papillen der Wange nur einfache Capillarschlingen.



Fig. 112. Lippenpapillen.

Am harten Gaumen erreichen die Papillen nach vorne zu eine bedeutende Höhe, enthalten jedoch meist nur eine steile, einfache Gefässschlinge; nach rückwärts nimmt die Höhe der Schlingen bedeutend ab, und am weichen Gaumen finden sich nur mehr flache Bögen, welche sich aus dem verhältnissmässig dichten Schleimhautnetze gegen die Oberfläche vorwölben.

Das Zahnfleisch trägt gegen den freien Rand zu Papillen, deren Gefässnetz an Entwicklung dem der Lippenpapillen am nächsten steht, an beiden Seitenflächen jedoch sich auf einfache Schlingen reducirt.

Am Boden der Mundhöhle finden sich Papillen mit einfachen Gefässschlingen, theilweise mit einzelnen Verbindungsbrücken.

Auf ein eigenthümliches Vorkommniss beim Frosche hat jüngst Langer[1] aufmerksam gemacht. An der ganzen Schleimhaut des Mundes, sowie des Schlundes bis zum Mageneingang hinab, finden sich an den Capillargefässen

1) Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wissenschaften, 55. Bd., 1. Abthlg. »Ueber das Lymphgefässsystem des Frosches«.

zahlreiche, divertikelartige Ausbuchtungen, welche sämmtlich gegen die freie Oberfläche zu vorragen und mit einer halsartigen Einschnürung in die Capillarröhrchen einmünden. Langer sieht hierin gewiss mit Recht einen eigenthümlichen Ersatz für Capillarschlingen und stützt seinen Ausspruch unter Anderen auf die Thatsache, dass bei der Kröte diese Divertikel schon in den hinteren Partien der Mundhöhle und weiterhin bis in den Mageneingang hinab durch förmliche Capillarschlingen ersetzt werden.

Schleimhaut der Zunge.

Die Aeste der Art. lingualis (Art. dorsalis für den rückwärtigen, Art. ranina für den mittleren und vorderen Theil) dringen schief nach vorne und oben in den Körper der Zunge ein, entsenden zahlreiche Zweige zur Muskulatur und durchbohren endlich, nachdem sie sich mehrfach getheilt haben, um zur Schleimhaut zu gelangen, die feste Bindegewebslage (fascia linguae), welche die Fleischmasse der Zunge einhüllt. In der Schleimhaut selbst zerfallen diese Zweigchen in zahlreiche Endausläufer, welche nun einen flächenartigen Verlauf nehmen und schliesslich in die Papillen einbiegen.

Die einfachen, fadenförmigen Papillen kleinster Art erhalten nur eine einzige Gefässschlinge; alle zusammengesetzten, sowohl die fadenförmigen, als keulenförmige und umwallte Papillen besitzen ein System von Gefässen, von welchen aus jede secundäre Papille mit einer Schlinge versehen wird. In jede dieser Papillen treten zwei oder mehrere arterielle Endästchen (Fig. 113), welche im Körper der Papille zerfallen, hie und da anastomosiren und in jede secundäre Papille ein capillares Aestchen von etwa 0.01 Millim. Breite entsenden, welches bis nahe an die Spitze derselben verläuft, dort schlingenartig umbiegt, um in den Körper der Papille zurückzukehren, wo es sich mit den entsprechenden anderen zu einem venösen Stämmchen sammelt. Grössere Papillen enthalten auch zwei und mehrere venöse Stämmchen. Die grösseren und kleineren Papillen derselben Art, sowie die drei verschiedenen Formen der Zungenpapillen unterscheiden sich keineswegs in der Anordnung der Blutgefässe, sondern lediglich durch stärkere oder schwächere Entwicklung des Gefässnetzes und durch die Zahl der aus demselben hervortretenden Schlingen, entsprechend der Zahl der secundären Papillen.



Fig. 113. Fadenförmige Zungenpapillen.

Die venösen Stämmchen der Papillen, welche in den umwallten eine bedeutende Stärke erreichen, laufen senkrecht nach der Tiefe und bilden zwischen der arteriellen Endausbreitung und der Fascia linguae durch Vereinigung mit benachbarten und durch häufige Anastomosen ein ansehnliches, venöses Netz.

In den vorderen Partien der Zunge sind die Maschen des Netzes meist rundlich, die aus ihnen hervorgehenden stärkeren Stämmchen durchbohren die Fascia und gelangen, den Arterienästen zur Seite, zahlreiche Muskelvenen aufnehmend, in die Tiefe, wo sie zu den grösseren Venenstämmen zusammenfliessen. In den rückwärtigen Zungenpartien sammeln sich aus dem erwähnten venösen Netze zahlreiche, starke Venenstämmchen, welche noch über der Fascia eine Strecke nach rückwärts verlaufen, um erst am Zungengrunde zu den Venae dorsales linguae sich zu vereinigen. Die rückwärtigen Partieen der Zungenschleimhaut erhalten so einen ausserordentlichen Reichthum an Venen.

Es sei noch erwähnt, dass an der Medianlinie sowohl das venöse als das arterielle System der Schleimhaut der rechten und linken Zungenhälfte allenthalben in Communication steht.

Balgdrüsen der Mund- und Rachenhöhle und Tonsillen.

Durch die faserige Hülle der Balgdrüsen treten an mehreren Stellen arterielle Gefässchen in das Innere, welche unter der Hülle sich verzweigen und an die adenoide Substanz herantreten. Ist die letztere deutlich in Follikel geschieden, so verhalten sich deren Capillaren ähnlich wie in den Darmfollikeln (siehe diese), sind jedoch durchschnittlich etwas breiter. Ist aber die adenoide Substanz mehr diffus ausgebreitet, so ist ihr Gefässnetz ein ganz unregelmässiges. Die aus demselben hervortretenden Venen sind sehr zahlreich und stellen breite, kurze Stämmchen dar, welche vorzüglich in den Zwischenräumen der adenoiden Substanz, sowie unmittelbar unter der fibrösen Hülle verlaufen und endlich die letztere an mehreren Stellen durchsetzen.

Durch die Zwischenräume der Follikel oder auch durch die Lagen der adenoiden Substanz treten arterielle Zweigchen an die den Balg von Innen auskleidende Schleimhaut und verzweigen sich dort, um deren Papillen mit einfachen, niedrigen Capillarschlingen zu versorgen. Aus derselben sammeln sich weite, venöse Stämmchen, welche sich mit den aus der adenoiden Substanz stammenden vereinigen.

Dasselbe Verhalten zeigen die Blutgefässe in den einzelnen Bälgen der Tonsillen; zwischen denselben verlaufen und verästeln sich die grösseren arteriellen und venösen Gefässstämme.

Acinöse Drüsen des Verdauungstractes.

Bezüglich der Anordnung der Blutgefässe theilen alle hieher gehörigen Drüsen, als: Schleimdrüschen des Mundes, Rachens und der Speiseröhre, Speicheldrüsen und Pankreas, sowie die Brunner'schen Drüsen des Duodenums dasselbe Verhalten. Die diesen Drüsen angehörigen gröberen Blutgefässe verästeln sich in dem die Läppchen umgebenden Bindegewebe. In die kleinsten Läppchen dringt je ein Arterien- und Venenstämmchen ein, welche beiden sich dendritisch in kleinere Zweige zerspalten und sich endlich in dem

Capillarnetze verlieren. Das Capillarnetz besteht durchgehends aus bogig gekrümmten, vielfach verzweigten Röhrchen von 0.008 Millim. mittlerer Breite, welche sich derart um die Drüsenbläschen schlingen, dass jedes der letzteren von zwei bis vier solchen Bögen umzogen ist. Dieselben stehen durch das ganze Läppchen hindurch in ununterbrochener Communication. Jedes Läppchen hat sein eigenes, in sich abgeschlossenes Capillarsystem. Um die Ausführungsgänge der Schleimdrüschen heraum spinnt sich ein rundmaschiges Netz von Capillaren bis an die Mündung hinan, und ausserdem begleiten dieselben je zwei venöse Gefässchen, welche stellenweise einander Communications-Aeste zusenden, und in der Nähe der Schleimhaut-Oberfläche meist durch einen anastomotischen Ring sich mit dem Venennetze der Schleimhaut in Verbindung setzen.

Schleimhaut des Pharynx.

Sie bezieht ihre Blutgefässe aus Aesten der Art. maxillaris interna — Artt. pterygopalatina und sphenopalatina — für ihre oberen Partien, und aus der Art. palatina ascendens und pharyngea ascendens, welche direct aus der Carotis externa stammen, für die unteren und mittleren Theile. Die letzten Aeste dieser Gefässe verlaufen schief gegen die Oberfläche der Submucosa, verzweigen sich dendritisch und zerfallen schliesslich in feine Reiserchen, welche sich unmittelbar unter der Epithelschicht der Schleimhaut ausbreiten. Von hier treten capillare Aestchen von 0.006 Millim. Breite in die reihenweise stehenden Papillen, um in diesen einfache Schlingen zu bilden. Diese Gefässschlingen sind kaum in einer anderen Region, wo sich Papillen finden, so gleichförmig wie hier. Die absteigenden Schenkel der Schlingen vereinigen sich zu venösen Stämmchen, welche rasch ein ziemlich starkes Caliber erlangen; diese Stämmchen schicken sich gegenseitig zahlreiche Anastomosen zu und verlaufen vorzüglich in der Längsrichtung des Pharynx, so dass ein Venennetz mit gestreckten Maschen entsteht; früher oder später senken sich die grösseren venösen Gefässchen in die Venen der unterliegenden Drüsen- oder Muskelschicht ein. Die Ausführungsgänge der Schleimdrüschen sind an ihren Mündungen mit kreisförmig gestellten Papillen-Schlingen umgeben.

Schleimhaut des Oesophagus.

Das Gefässnetz der Schleimhaut, den Artt. oesophageae und kleinen Zweigchen der Art. thyrioidea inferior und der Artt. bronchiales entstammend, ist ein äusserst dichtes. Die gröberen Gefässe verlaufen in der Längsrichtung des Oesophagus, senden sich von Zeit zu Zeit quere Anastomosen zu und liegen in der submucösen Schicht (Fig. 114 *o.*) Feinere Aestchen gelangen in schiefer Richtung in die Schleimhaut. Dort halten sie im Allgemeinen ebenfalls einen längsgerichteten Verlauf ein, sind stark geschlängelt. Durch zahlreiche, quere Anastomosen entwickelt sich jedoch ein förmliches Netz mit langgestreckten

Maschen (Fig. 114 *b*), aus dem sich die in die oberflächlichsten Lagen dringenden capillaren Schlingen erheben (Fig. 114 *c*). Diese letzteren unterscheiden sich in den oberen Partieen wenig von denen des Pharynx, gestalten sich jedoch gegen die Mitte des Oesophagus zu mehr verschiedenartig. Die Capillaren bilden dort flachere gegen die Oberfläche convexe Bögen, von denen aus sich 2—5 kurze, schlingenartige Ausbuchtungen erheben. In den unteren Partieen der Speiseröhre kehrt wieder die reine Schlingenform zurück; dieselben werden steiler, ihre Höhe nimmt, je weiter nach abwärts, desto mehr zu, so dass dieselben nahe der Uebergangsstelle in den Magen eine bedeutende Grösse erreichen. An der Berührungsstelle mit der Magenschleimhaut hören sie in gezackter Linie plötzlich auf. Die in der oberflächlichen Schleimhautregion sich sammelnden Venenstämmchen verlaufen entlang den entsprechenden Arterienzweigen und halten einen den letzteren ganz analogen Verlauf ein.

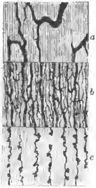


Fig. 114. Submucosa und mucosa des Oesophagus, durch wechselnde Einstellung gewonnen.

Muskulöse Schicht des Verdauungstractes.

Die Lagen glatter Muskulatur, welche vom Oesophagus bis zum Rectum den Verdauungscanal umkleiden, besitzen ein eigenes Blutgefässsystem. Die gröberen Aeste desselben gelangen auf doppeltem Wege hieher. Einmal zweigen sich Aestchen aus den zum Darmrohr herantretenden Gefässen ab, während dieselben die Muskelhaut durchbohren und dringen zwischen Längs- und Querfaserschicht ein; hier verlaufen sie eine Strecke und schicken, sich verzweigend, ihre feineren Ausläufer in beide Muskellagen hinein. Andererseits biegen zahlreiche Zweigchen aus den Verästlungen des submucösen Gefässnetzes zu den inneren Muskellagen um, zerfallen noch in der Submucosa in feinere Zweige, welche dann erst zwischen die Muskelelemente eindringen. In der Muskulatur des Magens, deren Schichten nicht eine so einfache Anordnung zeigen, halten sich die stärkeren Blutgefässe ebenfalls zwischen den einzelnen Lagen und Bündeln.

Die letzten arteriellen und venösen Zweigchen nun ziehen quer zur Längsrichtung der Muskelfasern und geben rechtwinklig zahlreiche gestreckte capillare Röhrchen von 0.007 Millim. Durchmesser ab, welche unter wiederholter, gabeliger Theilung der Richtung des Faserzuges parallel laufen und sich gegenseitig von Zeit zu Zeit kurze, quere Verbindungsästchen zusenden. So entsteht ein Capillarsystem mit langgestreckten, rechteckigen Maschen von grosser Regelmässigkeit. Sind die Muskeln contrahirt, so erscheinen die Capillaren vielfach geschlängelt, so dass das charakteristische Aussehen des Capillarnetzes sich wesentlich ändert.

Das Blutgefässnetz der Muscularis mucosae zeigt dieselbe Anordnung, erscheint jedoch wegen der geringeren Dicke der Muskellagen sehr weitmaschig.

Schleimhaut des Magens.

Die Blutgefässe des Magens dringen an den Ansätzen der Netzplatten, je eine Vene und Arterie, durch die Muskelschicht in das submucöse Gewebe und verlaufen daselbst durch längere Strecken, fortwährend Aestchen abgebend oder auch gabelförmig sich theilend; Endästchen benachbart eingetretener Arterienstämmchen anastomosiren häufig untereinander. Die kleinsten Arterienzweige durchsetzen die Muscularis mucosae, um in die Drüsenschichte zu gelangen, und zerfallen in bogig gekrümmte feinste Röhrchen von 0.005 Millim. mittlerer Breite, welche spiralig um die einzelnen Drüsenschläuche sich windend (Fig. 115) neuen Bogen, deren Lumen aber sich nicht mehr verkleinert, Ursprung geben. So wird jeder Drüsenschlauch bis nahe zur Schleimhautoberfläche von einem System capillarer Bögen umsponnen. Es hat jedoch nicht jeder Drüsenschlauch ein eigenes, in sich abgeschlossenes Capillarsystem, sondern durchwegs spinnen sich die capillaren Bögen von einer Drüse zur nächstliegenden. Kurz vor der Drüsenmündung gehen aus diesen Capillaren die Venenwurzeln hervor, in Form von stärkeren Bögen, die sich bis an die Oberfläche emporwinden und dort zu kleinen Stämmchen vereinigen. Mehrere solcher Stämmchen einer Schleimhautpartie fliessen unter der Oberfläche der Schleimhaut sternförmig zu einer stärkeren Vene zusammen, welche in senkrechter Richtung durch die Drüsenschichte nach abwärts dringt. Diese geraden Venenstämmchen senken sich unter rechten Winkeln in ein weites, polygonalmaschiges Venennetz ein, welches sich über der arteriellen Endausbreitung, zwischen Muscularis mucosae und Drüsenschicht durch die ganze Ausdehnung der Magenschleimhaut erstreckt. Da dieses Netz ausschliesslich aus Röhren stärkeren Kalibers gebildet und ausschliesslich von den beschriebenen Venenstämmchen gespeist wird, so unterscheidet es sich, von der Fläche gesehen (Fig. 116) in auffallender Weise von der baumartig verzweigten arteriellen Endausbreitung. — Aus diesem Venennetze entspringen nun stärkere Venen, welche die Muscularis mucosae durchsetzen, an die Seite der Arterien treten und mit ihnen das submucöse Gewebe durchlaufen, wo sie mit anderen zusammenfliessen, um als starke Stämme die Muskelhaut des Magens zu durchbohren.

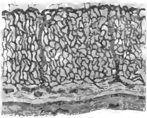


Fig. 115. Magen auf einem Querschnitte gesehen.

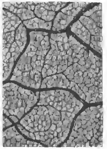


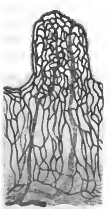
Fig. 116. Gefässnetz des Magens von der Fläche gesehen.

Schleimhaut des Darmes.

Wenn man den Mastdarm ausnimmt, so ist die allgemeine Anordnung der Blutgefässe im ganzen Bereich der Darmschleimhaut eine übereinstimmende, und wird nur modificirt durch die Grösse und Zahl der Zotten, durch eingestreute Drüsenfollikel und Plaques u. s. w.

Die aus den Gekrösplatten zum Darm herantretenden arteriellen Gefässe durchbohren in Begleitung je einer Vene die Darm-Muskulatur und verlaufen nun im submucösen Gewebe vorherrschend quer zur Achse des Darmrohrs. Durch starke, in longitudinaler und schiefer Richtung verlaufende Aeste communiciren sie mit den benachbarten, und bilden so ein sehr weitmaschiges Netz. Die an ihrer Seite verlaufenden venösen Stämme gehen ebenfalls eine Netzbildung ein und unterscheiden sich durch etwas häufigere Anastomosen und durch weitere Lichtung von den Arterien. Schneidet man den injicirten Darm eines älteren Kaninchen-Embryo längs des Gekrösansatzes auf und legt ihn der Fläche nach unter das Mikroskop, so sieht man dieses Gefässnetz in Form von äusserst zierlichen Arkaden, welche in ganz regelmässiger Aufeinanderfolge, von beiden Seiten des Gekrösansatzes aus, je etwa ein Drittheil des Darmrohres umgreifen. — Weiterhin ist der Verlauf der Arterien- und Venenzweige ein gesonderter.

Die aus der submucösen Arterienausbreitung abtretenden zahlreichen Zweige zerfallen, nachdem sie die Muscularis mucosae durchsetzt haben und an die Lieberkühn'sche Drüsenschicht gelangt sind, in capillare Bögen, welche spiralig die Drüsenschläuche umspinnen, etwa 0.007 Millim. breit sind und bis an die Oberfläche der Schleimhaut sich erstrecken, von wo aus ihre Fortsetzungen in die Darmzotten übertreten. Andere arterielle Zweigchen steigen, ohne sich zu verästeln, zwischen den Drüsenschläuchen zu den Zotten empor.


Fig. 117 Blutgefässnetz der Darmschleimhaut (Querschnitt).

Aus den Capillaren der schlauchförmigen Drüsen sammelt sich kein Venensystem, sondern seine sämmtlichen Bahnen führen schliesslich in die Capillaren der Zotten. Man muss daher das Capillarsystem der Darmschleimhaut mit Inbegriff der Zotten als ein gemeinschaftliches auffassen, nur wird es in letzteren durch besondere zuführende Arterienzweige noch verstärkt. — Das Capillarsystem der Zotten liegt ganz oberflächlich, nur durch eine zarte, gleichartige Lage vom Epithel getrennt und ist ein ziemlich dichtes (Fig. 117.) Es besteht wesentlich aus Röhrchen von durchschnittlich 0.009 Millim. Breite, welche in der Längsachse der Zotte leicht gebogen verlaufen, und welche durch zahlreiche, querziehende Röhrchen in Verbindung stehen.

Die erwähnten, aus dem arteriellen Schleimhautnetze direct heranziehenden Arterienzweige, je einer oder mehrere, verlaufen eine Strecke in der

Längsrichtung der Zotten und gehen dann meist in dem Capillarnetze auf; manchmal jedoch sieht man, wie ihre letzten Ausläufer durch schlingenartige Umbeugung in die Venenwurzeln übergehen. Das Verhältniss zwischen der Zahl der längs- und querlaufenden Capillarästchen der Zotten wechselt an verschiedenen Därmen bedeutend, so dass manchmal diese, manchmal jene überwiegen. Auch ist die Form der Zotte nicht ohne Einfluss auf die Gestaltung des Capillarnetzes. Bei den platt kegelförmigen Zotten (Duodenum) sind die queren Verbindungsstücke in der Regel geringer an Zahl, während bei cylindrischen Zotten meist die längslaufenden Röhrchen an Entwicklung zurückstehen und daher mehr quere Capillarmaschen resultiren. In stark contrahirten Zotten erscheint das Capillarnetz enger, die Röhrchen mehr geschlängelt. Gegen die Spitze der Zotte zu wird das Netz gewöhnlich ein dichteres. Hier entstehen durch Vereinigung und bogige Umbiegung mehrerer capillarer Röhrchen die Wurzeln der Venen, welche rasch zusammenfliessen und ein ansehnliches Venenstämmchen bilden, welches in gerader Richtung durch die Zotte nach abwärts zieht und sich mit den Venen benachbarter Zotten vereinigt.

Ohne weitere Aeste aufzunehmen oder Anastomosen einzugehen, steigt dieser so angewachsene Venenstamm in gerader Richtung durch die Drüsenschicht hinab, um sich in einen Ast des unterhalb der letzteren gelegenen Venennetzes einzusenken. Wo die Zotten fehlen (Dickdarm) geschieht der Uebergang des Capillarnetzes in die Venen an den Kuppen jener Wülste, welche die Schleimhaut um die Mündungen der Schlauchdrüsen bildet, und zwar in ganz analoger Weise. Die Art und Weise der venösen Gefässausbreitung unter der Lieberkühn'schen Drüsenschichte ist eine wesentlich verschiedene von der arteriellen. Während die Arterien sich baumförmig zu feinen Reiserchen zerspalten, sammeln sich die Venenstämme nur aus jenen starken venösen Gefässen, welche von den Zotten herabsteigen. Von dem analogen, venösen Netze des Magens unterscheidet sich das des Darmes durch eine schärfere Abgrenzung der Bezirke der einzelnen Venenstämme und durch spärlichere Anastomosen.

Im Mastdarme verhalten sich die Blutgefässe ganz ähnlich denen des Magens, mit dem Unterschiede, dass das die Drüsenschläuche umgebende Capillarsystem nicht so verzweigt ist und häufig nur gerade, wenig verästelte Röhrchen zwischen den Drüsen sich finden, aus denen das dichte, oberflächliche Venennetz hervorgeht. Die aus demselben sich sammelnden Stämmchen ziehen durch die Drüsenschicht nach abwärts und ergiessen sich, ähnlich wie im Magen in den tiefsten Schleimhautschichten in ein weitmaschiges Netz starker Venen.

Drüsenfollikel und Peyer'sche Plaques.

Sie beziehen ihre Blutgefässe aus dem submucösen Netze des Darmes. Die arteriellen Zweigchen, welche für die Follikel bestimmt sind, stammen theils direct aus den Aesten des submucösen Netzes ab, theils sind sie Ab-

zweigungen jener Aestchen, welche sich in die Capillaren für die Schlauchdrüsenschichte auflösen. Erstere treten zumeist an den Grund, letztere an die Seitenflächen der Follikel heran. Das Capillarsystem (Fig. 118) besteht aus einem Netze etwa 0.008 Millim. breiter Röhrchen mit rundlich eckigen Maschen, welches die ganze Oberfläche der Follikel überzieht. Von diesem Netze aus treten zahlreiche, feine, capillare Röhrchen von 0.004—0.006 Millim. Durchmesser radiär in das Innere der Follikel. Nahe der Mitte derselben gehen sie bogenförmig in einander über, jedoch so, dass nicht immer einfache Schlingen entstehen, sondern häufig drei oder mehrere Röhrchen ineinander fliessen. Ausserdem schicken sie sich gegenseitig einzelne anastomotische Röhrchen zu. So geschieht es allerdings, dass im Centrum des Follikels manchmal eine gefässlose Stelle bleibt, welche indess nicht grösser ist, als in den peripheren Theilen der Zwischenraum zwischen den Capillaren beträgt. Ebenso oft jedoch ziehen gerade durch die Mitte des Follikels ein oder mehrere jener communicirenden Capillarästchen [1].

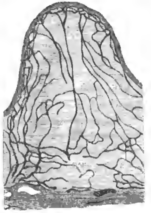


Fig. 118. Gefässnetz eines Darmfollikels (senkrechter Durchschnitt).

Die Venen sammeln sich aus dem oberflächlichen Netzwerke, namentlich vom Grunde der Follikel, bilden kurze Stämmchen mit bogigem Verlauf und fliessen theils mit den Venen der Zotten zusammen, theils aber münden sie direct in einen Ast des auf der Muscularis mucosae gelegenen Venennetzes.

In den Peyer'schen Plaques verhalten sich die Blutgefässe der Follikel in derselben Weise. Das unter letzteren sich ausbreitende Blutgefässnetz zeichnet sich durch seine reichliche Entwicklung aus; die gröberen, arteriellen und venösen Stämmchen desselben umziehen fast vollständig den Rand der Follikelgruppe und schicken zahlreiche Aestchen unter die Follikel hinein. Namentlich unterscheidet sich das venöse Netz von dem der übrigen Partieen der Darmschleimhaut dadurch, dass ausser den rechtwinklig sich einsenkenden Zottenvenen noch zahlreiche kleinere und grössere Aestchen aus den Follikeln unter mehr schiefen Winkeln zu den grösseren Stämmen zusammenfliessen, und daher das sonst so charakteristische Aussehen dieses Netzes bedeutend verändert wird.

1) Man vergleiche hierüber: F. Ernst »Ueber die Anordnung der Blutgefässe in den Darmhäuten. Zürich 1851; His in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 11. Bd. S. 416. Frey ebend., Bd. 13, S. 28.

Capitel XVIII.

Von der Leber.

Von

Ewald Hering,
Professor der Physiologie an der Josefsakademie in Wien.

Die Leber ist eine Drüse, welche ihr Secret nicht gleich andern Drüsen aus arteriellem Blute, sondern aus dem venösen Blute der Pfortader bereitet. Das ausserordentlich reich entwickelte Capillarnetz, in welches sich die letztere auflöst und aus welchem andrerseits die Lebervene entspringt, empfängt jedoch auch das Blut der Leberarterie, nachdem dasselbe ein besonderes, der Ernährung von Gefässen, Gallengängen und Nerven dienendes Capillarsystem durchströmt hat. Die absondernden Zellen der Leber zeichnen sich durch eine eigenthümliche, in keiner andern Drüse beobachtete Anordnung aus, durch welche eine ungleich innigere und ausgedehntere Berührung zwischen ihnen und den Capillaren hergestellt wird, als in andern Drüsen. Daneben ist auch die Zahl der Canäle, in welche jene Zellen ihre Secret ergiessen, im Vergleich zur Zahl der letzteren viel grösser, als anderswo. Die vergleichende Anatomie weist der Leber ihren Platz in der Nähe der tubulösen Drüsen an, wenngleich in der Leber des erwachsenen Menschen ein tubulöser Bau nicht zu erkennen und nur an der des Neugeborenen andeutungsweise vorhanden ist.

Vom lobulären Baue der Leber. Die letzten Ausläufer der baumförmig verästelten Lebervenen sind kurze, gerade oder schwach gekrümmte Gefässchen, welche unter einem grossen spitzen Winkel von den Venenzweigen abgehen oder das gablig getheilte Ende der letzteren darstellen. Sie heissen Innenvenen (venae interlobulares s. centrales), weil jede derselben in's Innere eines sogenannten Leberläppchens (lobulus s. acinus s. insula hepatis) eingebettet ist. Auf jeder Innenvene sitzt nämlich ein Stückchen Lebermasse wie eine Himbeere auf dem Zapfen ihres Fruchtbodens. Entsprechend der grossen Zahl der Innenvenen liegen diese Läppchen so dichtgedrängt, dass sie sich unmittelbar berühren und in ihrer Form derart gegen-

seitig bestimmen, als ob sie an einander abgeplattet wären. An der Leber gewisser Thiere, z. B. des Schweines, lassen sich die Läppchen leicht erkennen und sogar durch Maceration isoliren. Die Oberfläche der Schweinsleber zeigt schon dem blossen Auge kleine vier-, fünf- oder sechseckige Felder von 1,6 Millim. mittlerem Durchmesser. Die Läppchen dieser Leber sind durch Scheidewände von Bindegewebe vollständig von einander getrennt, welche in der obersten Schicht der Leber senkrecht zur Oberfläche stehen und der letzteren die erwähnte polygonale Zeichnung geben. In der menschlichen Leber sind diese bindegewebigen Scheidewände nur sehr unvollkommen entwickelt, daher die Masse eines Leberläppchens mit dem grössten Theile ihrer Oberfläche unmittelbar in die Masse der Nachbarläppchen übergeht.

Die Pfortader, welche der Leber das aus den Baucheingeweiden gesammelte Blut zuführt, verzweigt sich in der Leber gemeinschaftlich mit dem Lebergange (ductus hepaticus) der Leberarterie und den Lebernerven. Alle diese Gebilde sind verbunden und umhüllt von fasrigem Bindegewebe, welches als sogenannte Glisson'sche Scheide (capsula Glissonii) zugleich die inneren Lymphgefässe der Leber beherbergt. In der Schweinsleber sind die Kanten der länglichen, unregelmässig polyedrischen Leberläppchen abgestumpft, und es entsteht so zwischen je drei oder vier mit den Kanten zusammenliegenden Läppchen ein Zwischencanal (canalis interlobularis), in welchen sich feine Zweige der oben genannten Gefässe hineinschieben, während ihr umhüllendes Bindegewebe unmittelbar in das Bindegewebe der Scheidewände der Läppchen übergeht. Der Verlauf der feinen Pfortaderzweige ist also streng bestimmt durch die Form der Leberläppchen, insofern sie zwischen den Kanten der letzteren, d. h. in den Zwischencanälen verlaufen und ihre letzten Ausläufer in die Scheidewände der Läppchen schicken. Weil demnach die feinen Pfortaderäste nur zwischen den Läppchen gelegen sind und nirgends in's Innere der Läppchen eindringen, heissen sie Zwischenvenen (venae interlobulares). Da alle Zwischencanäle der Schweinsleber Zwischenvenen führen, so giebt die Gesammtheit der letzteren die Umrisse der Läppchen wieder: da ferner die letzten Ausläufer der Zwischenvenen in die Scheidewände ausstrahlen, so sind hierdurch auch die Flächen der polyedrischen Läppchen bezeichnet, und jedes Läppchen liegt in einem Gerüst von Pfortaderästen, ohne dass jedoch letztere irgendwo mit einander anastomosiren. Sowohl die feinsten zwischen den Kanten, als die in den Scheidewänden gelegenen Pfortaderäste senden endlich ins Innere sämmtlicher von ihnen berührter Läppchen zahlreiche Capillaren, welche in jedem Läppchen ein die ganze Masse desselben durchdringendes Netz bilden und ihr Blut schliesslich in die Innenvene ergiessen.

In der menschlichen Leber liegen die feineren Pfortaderzweige gleichfalls in entsprechenden Canälen zwischen den Kanten der Läppchen, umhüllt von Bindegewebe, aber letzteres setzt sich nicht in Form vollständiger Scheidewände zwischen die Läppchen fort, sondern schickt nur spärliche

Fortsätze in die Grenzfläche je zweier Läppchen. An der Peripherie einer solchen Grenzfläche sind daher die beiden Läppchen, und auch dies nur theilweise, durch etwas Bindegewebe geschieden, während der übrige Theil der Peripherie und der ganze mittle Theil der Grenzfläche eigentlich nur imaginär ist, weil hier die Massen beider Läppchen ohne Grenze ineinander übergehen. In diese unvollkommenen Scheidewände von Bindegewebe dringen die letzten kurzen Ausläufer der in den Zwischencanälen gelegenen Zwischenvenen ein, und die Kanten und Flächen eines menschlichen Leberläppchens sind daher ebenso wie in der Schweinsleber durch die letzte Verästelung der Pfortaderzweige bestimmt, welche von verschiedenen Seiten an das Läppchen herantreten, ohne jedoch im Umkreise desselben sich unter einander zu verbinden. Aus diesen Pfortaderenden entwickelt sich dann ganz wie in der Schweinsleber das Capillarsystem der Läppchen, nur mit dem Unterschiede, dass die Capillarnetze zweier Nachbarläppchen unmittelbar zusammenhängen.

Wenn man sich, wie oben beschrieben, die Lebervenen als einen tausendfältig verästelten Baum vorstellt, auf dessen letzten Zweigen, den Innenvenen, die Leberläppchen wie längliche Beeren aufsitzen, so kann man sich die Pfortader ebenfalls als einen von der entgegengesetzten Seite in die Leber eindringenden Stamm denken, der seine Zweige zwischen die dichtgedrängten Leberläppchen treibt wie ein Baum seine Wurzeln in die Klüfte und Spalten eines steinigen Bodens.

Die Oberfläche der Leber eines noch lebenden Thieres erscheint gleichmässig braunroth und lässt den lobulären Bau nicht erkennen, die Leichenleber ist zwar öfters stellenweise auch gleichmässig gefärbt, meist jedoch hat sie ein mehr oder weniger deutlich marmorirtes Aussehen und scheint aus zwei verschiedenen Substanzen zu bestehen, einer dunkleren, mehr ins Rothe und einer helleren mehr ins Gelbe spielenden. Dies tritt besonders an der unteren Leberfläche, wo die Leberkapsel dünner ist, sowie an Schnittflächen hervor. Bald erscheint die dunklere Substanz in Form kleiner rundlicher Flecke, während die hellere ein Netzwerk bildet, in dessen Maschen jene Flecke gelegen sind; bald bildet umgekehrt die hellere Substanz ein Netzwerk, dessen Maschen die dunklere ausfüllt, bald wieder stellt sich die dunklere in gewundenen, den Hirnwindungen ähnlichen Zügen dar, deren schmale Zwischenräume von der helleren Substanz ausgefüllt sind. Die hellere Substanz enspricht dem peripherischen, die dunklere dem centralen Theile der Leberläppchen, und die Farbenverschiedenheit beruht darauf, dass die peripherische Masse der Läppchen an der Leiche blutärmer ist als die centrale (Kiernan), und dass überdies das Gallenpigment sich mit Vorliebe im centralen (Theile), das Fett im peripherischen Theile der Läppchen ablagert. In der helleren Substanz erkennt man auf der Leberoberfläche häufig schon mit freiem Auge die Zwischenvenen als kleine einfache oder verästelte Striche oder als Punkte, seltener in der Mitte der dunklen Substanz die Innenvenen. Zuweilen verräth

sich jedes einzelne Läppchen durch eine leichte Vorwölbung oder Einbuchtung, die sich durch Aenderung der Oberflächenspannung mittels Zug oder Druck ausgleichen oder verstärken lässt.

Die frühere Annahme eines vollkommen lobulären Baues der Leber wurde von E. H. Weber[1], besonders Kiernan[2] gegenüber, widerlegt. Gleichwohl bleibt es gut, sich auch die menschliche Leber ähnlich der Schweinsleber als aus Läppchen bestehend zu denken, weil man nur hierdurch richtige Vorstellungen über die Anordnung der letzten Pfortaderzweige sowie über die Vertheilung des Bindegewebes erhält.

Vom Baue der Leberläppchen. Die Läppchen der Menschenleber sind unregelmässig polyedrische und meist längliche Körper von etwa 1 Millim. Quer- und 1—2 Millim. Längsdurchmesser. Man unterscheidet an ihnen die Grundfläche, die Seitenflächen und die Kuppe. Mit der Grundfläche ruhen dieselben auf der Wand der kleinen Lebervene (vena sublobularis), aus welcher sie ihre Innenvene direct empfangen. Diejenigen Läppchen, deren Innenvenen nicht seitwärts abgehende Zweige, sondern Endzweige der Lebervenen darstellen, verschmelzen in der Nähe ihrer Grundfläche vollständig mit einander und bilden ein zusammengesetztes Läppchen (Theile). Häufig kommt es auch vor, dass eine Innenvene sich innerhalb des Läppchens theilt, und dass dem entsprechend das letztere zwar eine einfache Grundfläche, aber mehrere, durch seichtere oder tiefere Einbuchtungen getrennte Kuppen hat.

Auf Querschnitten, d. h. auf solchen Durchschnitten, welche die Innenvene senkrecht zu ihrer Axe treffen, zeigen sich die einfachen Leberläppchen rundlich polygonal. Auf Längsschnitten, d. h. solchen, welche längs durch die Innenvene oder ihrer Axe parallel gehen, erscheinen sie meist länglich, die zusammengesetzten öfters gleich einem Blatte mit gebuchtetem Rande, einem Eichenblatte oder einem Theile eines solchen vergleichbar. Wo immer eine Innenvene genau quer durchschnitten ist oder längs im Schnitte liegt, ist sie von den nächsten Zwischenvenen etwa um 0,5 Millim. d. i. den halben Durchmesser des Läppchens entfernt. Der durch die Capillaren hergestellte Weg zwischen Innen- und Zwischenvenen ist also überall annähernd gleich lang. Nur die dicht unter der Oberfläche der Leber gelegenen Läppchen machen hiervon eine Ausnahme, indem sie oben abgestutzt sind, so dass ihre Innenvene näher an die Oberfläche heranreicht (Kiernan).

Die Masse des Leberläppchens besteht im Wesentlichen aus zwei Elementen, den Leberzellen und den Capillaren. Gleich einem kurzen Stamme, der nach allen Seiten, unter annähernd rechtem Winkel zu seiner Axe, Zweige abgiebt und am oberen Ende sich in pinselförmig ausstrahlende Zweige auflöst, entsendet die Innenvene von ihrer ganzen Oberfläche zahlreiche Capillaren. Indem diese auf dem kürzesten Wege der Peripherie des Läppchens

1) Programmata collecta Fasc. II. Lips. 1851 und Müller's Archiv Jahrgang 1843. S. 303.

2) The anatomy and physiology of the liver, in den Philos. transact. 1833.

zustreben, nehmen sie einen vorherrschend radialen Verlauf, wobei sie sich wiederholt dichotomisch theilen. Durch letzteres wird es möglich, dass im peripherischen Theile des Läppchens diese radialen Capillaren, wie ich sie nennen will, ebenso dicht gestellt sind, wie im centralen; während ihr Durchmesser bei mässiger Füllung etwa 0,01 Millim. beträgt, stehen sie nur um etwa 0,015 Millim. von ihren nächsten Nachbarn ab. Da nun ferner die radialen Capillaren nach allen Seiten durch kurze Queranastomosen mit ihren Nachbarcapillaren communiciren, so entsteht ein sehr dichtes Capillarnetz mit langen Maschen, deren ziemlich grosser Längsdurchmesser in radialer Richtung im Läppchen liegt, während der kurze Querdurchmesser dem Abstande zweier radialer Capillaren entspricht. Erst an der Peripherie des Läppchens, wo dasselbe ohne Grenze mit seinen Nachbarn zusammenfliesst, treten an Stelle der länggestreckten kürzere und rundliche Maschen auf.

Allen Raum, welchen dieses durch das ganze Läppchen sich erstreckende Capillarnetz irgend frei lässt, füllen nun die Leberzellen aus. Man stelle sich kleine weiche Kugeln vor, die mit einigem Zwange zwischen zwei nächstbenachbarten Capillaren eben noch Platz haben, und denke sich alle Zwischenräume zwischen den Capillaren damit so vollständig erfüllt, dass die Kugeln sich untereinander abplatten und von den Capillarröhren, denen sie anliegen, rinnenartige Eindrücke erhalten. Oder man kann sich auch die Gesammtheit der dichtgedrängten polyedrischen Leberzellen als eine zusammenhängende Masse vorstellen, welche von dem vielmaschigen Capillarnetze durchbrochen ist.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass an dünnen Schnitten der innere Bau der Läppchen sich sehr verschieden darstellen muss, je nach der Richtung, in welcher der Schnitt geführt worden ist. Am vollkommensten überschaut man die radiale Anordnung der Capillaren sowie die gestreckte Form ihrer Maschen auf denjenigen Schnitten, welche durch die ganze Länge der Innenvene gehen. Hierbei erscheint das Leberläppchen wie ein Blatt, die Innenvene wie dessen Mittelrippe. Nach beiden Seiten giebt der Stamm der Innenvene die Capillaren ab, welche annähernd parallel und von Strecke zu Strecke durch Queranastomosen verbunden, wie Seitenrippen zum Blattrande verlaufen, während das Ende der Innenvene sich in radienförmig ausstrahlende Capillaren auflöst. Ist der Schnitt senkrecht auf die Innenvene geführt, so erscheint diese als ein kreisrundes Loch, von welchem die Capillaren nach allen Seiten radienförmig ausstrahlen, aber man sieht selten eine der radial gerichteten Capillarmaschen in ihrer ganzen Ausdehnung, weil die radialen Capillaren meist nicht genau rechtwinklig vom Stamme der Innenvene abgehen, sondern unter mehr oder weniger grossem spitzen Winkel. Dem entsprechend erscheinen die Capillarmaschen, weil der Schnitt ihnen nicht ganz parallel geht, kürzer als sie wirklich sind. Ist der Schnitt parallel zur Längsaxe der Innenvene, aber nicht durch diese selbst geführt, so wird er immer eine Anzahl radialer Capillaren genau quer durchschnitten haben, und die kreisrunden

Querschnitte dieser Capillaren werden sich in oder nahe der Mittellinie des Läppchendurchschnittes zeigen, während nach beiden Seiten und nach der Kuppe des Läppchens hin die radialen Capillaren unter zunehmend spitzem Winkel durchschnitten sind, und das ganze Capillarsystem kurze Maschen zu haben scheint. Ist der Schnitt in einer zur Innenvene senkrechten Richtung geführt, ohne aber die Innenvene selbst zu treffen, so erscheinen im Centrum des Schnittes die genau querdurchschnittenen radialen Capillaren, und nach allen Seiten schliessen sich die mehr und mehr schräg durchschnittenen an, während die Peripherie des Läppchens eine unregelmässigere Anordnung der Capillaren zeigt.

Nach Analogie dieser einfachsten Fälle der Schnittrichtung wird man sich auch die verwickelteren ableiten können, wo der Schnitt unter irgend einem schiefen Winkel zur Axe der Innenvene geführt ist, gleichviel ob letztere selbst vom Schnitte getroffen ist oder nicht. An jedem grösseren Leberschnitte wird man Beispiele für die verschiedensten Schnittrichtungen finden, weil die Axen der Leberläppchen in den verschiedensten Richtungen verlaufen. Als allgemeines Ergebniss dieser Betrachtungen ist hervorzuheben, dass die Fälle, wo man die radialen Capillarmaschen in ihrer ganzen Länge übersieht, relativ selten sein müssen, daher man leicht zu einem Irrthum über die Anordnung der Capillaren kommen kann.

Auch die Anordnung der Leberzellen erscheint, da sie durch die der Capillaren bestimmt ist, je nach der Schnittrichtung sehr verschieden. Da man von jeder radialen Capillare zu mehreren anderen radialen Capillaren gelangen kann, ohne mehr als eine einzige Leberzelle zu durchschreiten, so sieht man zwischen zwei solchen Nachbarcapillaren, wenn sie ihrer ganzen Länge nach im Schnitte liegen, eine einfache Reihe von Leberzellen, die nach der Axe und nach der Peripherie des Läppchens hin entweder durch je eine Queranastomose der radialen Capillaren abgeschlossen wird, oder selbst mit benachbarten Zellenreihen anastomosirt. Dabei erscheinen die einzelnen Leberzellen als mehr oder weniger regelmässige Vierecke, und die Grenzlinie zwischen je zweien derselben geht quer von der einen Capillare zur andern. Ist der Schnitt so dick, dass über den beiden erwähnten Capillaren noch Zellen liegen, und ist er zugleich hinreichend durchsichtig, so erscheinen die Leberzellen als fünf- oder sechseckige Polygone, die eine zusammenhängende Schicht darstellen, nur von etwaigen nach oben aufsteigenden querdurchschnittenen Capillaren unterbrochen, welche die Verbindung mit andern radialen Capillaren hergestellt hatten, die ursprünglich oberhalb der Schnittfläche gelegen waren. Um den Durchschnitt einer solchen Verbindungscapillare liegen dann fünf bis sieben Leberzellen im Umkreise. Hat der Schnitt eine Anzahl radialer Capillaren gerade senkrecht zu ihrer Axe getroffen, so finden sich die kreisrunden Querschnitte derselben so dicht nebeneinander, dass die einander zunächst liegenden nur durch eine Leberzelle von einander geschieden sind. Stellenweise sieht man dann auch die kurzen Verbindungscapillaren von einer radialen

Capillare zur andern verlaufen. Abgesehen von denjenigen Leberzellen, welche zugleich eine solche Verbindungscapillare berühren, stehen die Leberzellen im Allgemeinen mit nur zwei oder einer Capillare in Berührung, seltner mit drei.

An diese einfachsten Bilder reihen sich nun je nach der Richtung und je nach der Stelle des Schnittes die verschiedensten verwickelteren. Das Gesagte wird hinreichen, um erklärlich zu machen, dass man die Leberzellen in scheinbar so verschiedener Weise zwischen den Capillaren angeordnet findet, bald in langen Reihen, die stellenweise netzförmig unter einander zusammenhängen und lange Maschen bilden wie die Capillaren, bald in Form eines engen Netzes, in dessen kleinen runden Maschen die Querschnitte der Capillaren eingeschlossen sind, bald gleich einem aus polygonalen Zellen bestehenden Epithel, bald in einer Anordnung, welche einen Uebergang zwischen den oben genannten Fällen darstellt.

Zur Untersuchung des inneren Baues der Läppchen eignen sich nur sehr dünne Schnitte, welche den grössten Durchmesser einer Leberzelle nicht erheblich überschreiten. Dabei müssen die Capillaren entweder noch mit Blut oder mit einer nicht zu intensiv gefärbten durchsichtigen Injectionsmasse mässig prall angefüllt sein. Ueberdies ist Vorsicht bei der Härtung der Leber nöthig. Denn in Alkohol sowohl als in Chromsäure schrumpfen die Leberzellen und lösen sich dann häufig ganz oder theilweise von den benachbarten Capillaren derart ab, dass zwischen ihnen und den Capillaren ein freier Raum entsteht. Sehr leicht fallen besonders bei Chromsäurehärtung die Leberzellen ganz aus den Capillarmaschen heraus und lösen sich auch unter einander. Der Eintritt dieses Verhaltens hängt keineswegs bloss von der Concentration der Härtungsflüssigkeit und von der Dauer ihrer Einwirkung ab, sondern auch von der jeweiligen Beschaffenheit der Leber, welche, da man es nur mit Leichenlebern zu thun hat, je nach der vorhergegangenen Krankheit oder dem Zeitpunkte der Section eine ausserordentlich verschiedene ist. An gewissen Thierlebern, z. B. der Kaninchenleber sind diese Uebelstände nicht zu fürchten, nicht nur weil man diese Lebern stets frisch haben kann, sondern auch weil die Zellen derselben sich überhaupt nicht leicht von den Capillaren ablösen. Aber der Bau der Kaninchenleber ist etwas abweichend, die Zahl der Capillaren ist im Verhältniss zur Zahl der Leberzellen eine grössere, daher jede Leberzelle mit drei bis vier radialen Capillaren in Berührung ist. Man darf daher die Befunde an der Kaninchenleber, welche ich anderswo ausführlicher beschrieben habe[1], nicht ohne Weiteres auf die Menschenleber übertragen. Die Hundeleber ist der Menschenleber viel ähnlicher.

Die hier gegebene Darstellung des Baues der Leberläppchen weicht von den bereits vorhandenen Beschreibungen wesentlich ab. Alle neueren Forscher, von E. H. Weber bis Eberth, nehmen übereinstimmend sogenannte Leberbalken an, welche, aus ein- oder mehrfachen Zellenreihen bestehend, ein Netz bilden

1) Sitzungsber. der Wiener Akademie d. Wissensch. vom 6. Dec. 1866.

sollen, das durch das Netz der Capillaren hindurchgesteckt ist. Ich habe hier an Stelle dieser allgemeinen Ansicht meine individuelle Auffassung gesetzt, weil mir erstere eine Unmöglichkeit einzuschliessen scheint, und weil letztere bereits von Kölliker bestätigt worden ist. Wären die Leberzellen wirklich in Form von Balken oder Schläuchen angeordnet, so müsste jede beliebige Masche des Capillarnetzes den Querschnitt eines Leberbalkens einschliessen. Die Zellenreihen aber, welche zur Annahme der Leberbalken geführt haben, liegen den Capillaren parallel in den langen, radial gerichteten Maschen derselben und sind nichts weiter als durch die Schnittführung isolirte Theile der ganzen, von den Capillaren nur durchsetzten Leberzellenmasse. Man denke sich zahlreiche Pfähle in die Erde gerammt, so dicht, dass sie nur etwa um ihren eignen Durchmesser von ihren nächsten Nachbaren abstehen, denke sich dieselben durch einzelne kurze Querbalken mit einander verbunden, so wird man einsehen, dass wenn man alle Zwischenräume dieses Balkenwerkes mit einer beliebigen Masse ausfüllt, diese nie die Form eines, das Balkenwerk durchsetzenden zweiten Balkenwerkes annehmen, sondern nur eine von anastomosirenden Gängen durchbrochene, zusammenhängende Masse bilden kann.

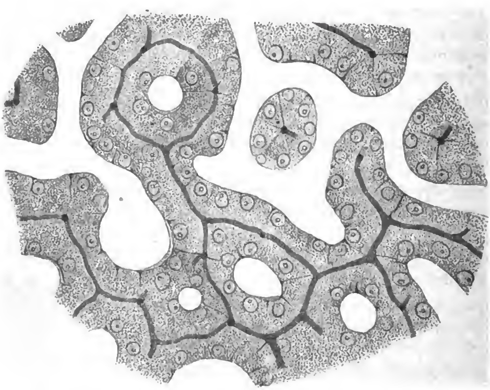


Fig. 119. Aus einer injicirten Schlangenleber. In der Axe der aus Leberzellen bestehenden Balken oder Schläuche verlaufen die dunklen Fäden der in den ductus hepaticus eingetriebenen Injectionsmasse; die zwischen den Zellen gelegenen leeren Räume entsprechen den Blutcapillaren.

Bei Vögeln, Fischen und Amphibien kommen allerdings, wie ich gezeigt habe [1], und auch Eberth [2] unabhängig hiervon gefunden hat, wirklich zwei durcheinander gesteckte Netze vor. In der Schlangenleber z. B. sind die Leberzellen gleich den Epithelzellen einer schlauchförmigen Drüse angeordnet (Siehe Fig. 119.) Auf dem

1) Sitzungsber. der Wiener Akademie d. Wissensch. vom 11. Mai 1866.
2) Medicin. Centralblatt vom Dec. 1866 und Virchow's Archiv 1867. 39. Bd. S. 70.

kreisrunden Durchschnitte eines solchen Leberzellenschlauches erscheinen die Leberzellen zu fünf bis sechs im Umkreise eines kleinen runden Loches, des Querschnittes der Lichtung des Drüsenganges. Capillaren wie Drüsenschläuche bilden Netze mit engen rundlichen Maschen, jede Masche des Capillarnetzes umschliesst den Querschnitt eines Leberschlauches und jede Masche des Netzes der Leberschläuche den Querschnitt einer Capillare. Nach v. Biesiadecki[1] ist auch die Menschenleber ähnlich gebaut, insofern nach seiner Ansicht die Leberbalken auf dem Querschnitte fünf oder mehr Zellen im Umkreise einer Lichtung zeigen, welche den Gallenweg darstellt. Ich selbst habe nie etwas derartiges gesehen, selbst nicht in der Leber des Neugebornen, welche im Gegensatze zur Leber des Erwachsenen stellenweise einige Aehnlichkeit mit gewissen Amphibienlebern z. B. der Froschleber insofern zeigt, als auf Schnitten öfters drei oder vier Leberzellen in einer rundlichen Capillarmasche eingeschlossen erscheinen und ihrerseits wieder die enge Lichtung eines Gallenweges umschliessen.

Nach Ansicht einiger Forscher sind die Zellen der menschlichen Leber reihenweise von einer strukturlosen membrana propria umschlossen, welche sogenannte Leberschläuche bildet, die netzförmig unter einander zusammenhängen. An diesen Schläuchen kommen nach E. Wagner[2] einzelne runde Kerne von $^1/_{400}$''' Durchmesser vor. Bei Kindern sind nach Beale[3] die Schläuche leicht, bei Erwachsenen schwer oder gar nicht von der Capillarwand zu isoliren. Nach der oben gegebenen Schilderung des Baues der Läppchen könnte eine solche membrana propria der Leberzellen nur als ein Ueberzug der Capillaren vorhanden sein, so dass das, was ich nach meinen Beobachtungen und im Anschluss an andre Forscher als blosse Capillarwand aufgefasst habe, aus letzterer und jener Membran bestände. Frey glaubt, dass diese Membran die perivaskularen Lymphräume umschliesse, so dass die Lymphe zwischen ihr und der Capillarwand enthalten wäre.

Von den Leberzellen. Die von Purkinje und Henle entdeckten Drüsenzellen der menschlichen Leber kommen nur abgestorben zur Beobachtung. Streicht man mit der Schneide eines Messers über die Schnittfläche der Leber, so gewinnt man einen Saft, in welchem neben andern Elementen zahlreiche Leberzellen theils vereinzelt theils in Gruppen schwimmen. Dieselben stellen rundliche, bisweilen eckige Körperchen von im Mittel 0,018—0,026 Millim. Durchmesser (Kölliker) dar, welche aus einer farblosen feinkörnigen und scheinbar hüllenlosen Masse bestehen. In derselben sind, oft nur schwierig, ein oder selten zwei kuglige oder ellipsoidische Kerne von 0,006—0,009 Millim. Durchmesser (Kölliker) zu sehen. Ausserdem enthält der Zellkörper häufig kleine Körnchen oder Körnchengruppen eines gelben bis braunen Stoffes (Gallenpigment) und kleinere oder grössere, das Licht stark brechende Kugeln (Fett). Die letztern finden sich, wenn sie kleiner sind, meist mehrfach in einer Zelle, bisweilen aber enthält die Zelle nur eine grosse Kugel, welche von einer dünnen Schichte Zellsubstanz umhüllt ist. Solche Zellen haben häufig eine abnorme Grösse.

1 Sitzungsber. der Wiener Akademie d. Wissensch. vom 4. April 1867.

2) Wagner's Archiv der Heilkunde 1860. I. Jahrg. S. 251, woselbst auch die gesammte Literatur über diese Frage verzeichnet ist.

3) On some points of the anatomy of the liver. London. 1856.

Aus gehärteten Lebern entnommene Zellen erscheinen als Polyeder von der verschiedensten Gestalt, oft mit zipfelförmig vorspringenden Ecken, ihre Kanten oder im Profil gesehenen Flächen theils scharf und dunkel conturirt, theils unregelmässig verschwommen und wie gerissen. Der Zellkörper ist dunkler granulirt, der Kern sehr scharf und oft doppelt umrissen.

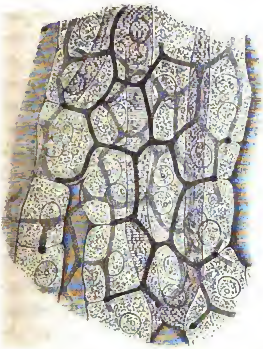
So lange die Zellen einer gehärteten Leber noch in ihrer Lage sind, erscheinen sie durch eine feine Grenzlinie von einander geschieden, an deren Stelle sich jedoch häufig ein Spalt findet als Zeichen der beginnenden Lösung. Bisweilen haften sie innig an der Capillarwand, meist jedoch trennt beide ein Zwischenraum. Nach diesem Befunde lässt sich noch nicht entscheiden, ob die Leberzelle, sei es an allen, sei es nur an gewissen Seiten eine Membran oder verdichtete Grenzschichte trägt, und ob zwei sich berührende Zellen durch eine einfache Scheidewand oder durch eine Kittsubstanz geschieden sind, um so weniger als die Lebern gewisser Thiere sich ganz anders verhalten. So z. B. lösen sich die Zellen der gehärteten Kaninchenleber nur sehr schwierig und selten von den Capillaren und von einander, und man findet nicht jene Spalten und Klüfte zwischen den Zellen, wie sie an der Leber des Menschen und vieler Thiere so leicht auftreten.

Ausser den geschilderten Formen kommen noch häufig höchst abweichend gestaltete Leberzellen vor, z. B. in Form von Platten, welche den Capillaren aufgelagert sind, oder mehr oder weniger langer Spindeln mit langem Kerne u. dergl. m., auf welche Anomalien hier nicht näher eingegangen werden kann. Da die lebendige Leberzelle eine zähflüssige Masse darstellt, so lässt sie sich auch künstlich in die verschiedensten Formen bringen, welche sie dann nach ihrem Erstarren oder nach der Härtung beibehält.

Von den Gallenwegen der Leberläppchen. Die intralobularen, d. h. innerhalb der Leberläppchen verlaufenden Gallenwege, auch Gallencapillaren genannt, sind an der menschlichen Leber bisher noch nicht beschrieben, und ich muss mich daher in diesem Punkte auf Mittheilung meiner eigenen Beobachtungen beschränken. Dieselben gewinnen jedoch nur Werth im Anschlusse an das, was bereits über die intralobularen Gallenwege der Säugethierleber bekannt ist.

Bei den Säugethieren bilden die injicirten Gallenwege (Fig. 120 u. 121) ein engmaschiges Netz feiner, meist drehrunder Canäle von 0,001 — 0,002 Millimeter Durchmesser, welche zwischen den Leberzellen verlaufen und polygonale Maschen vom Durchmesser der Leberzellen bilden. Diese Canäle verlaufen bei gewissen Thieren, z. B. beim Kaninchen, fast ausschliesslich, bei andern, z. B. beim Hunde, wenigstens zum weitaus überwiegenden Theile nicht an den Kanten sondern innerhalb der Grenzfläche je zweier sich berührender Zellen, indem sie diese Fläche in zwei bald gleiche, bald verschieden grosse Hälften theilen. Soweit sie aber zwischen den zusammenstossenden Kanten mehrerer Leberzellen liegen, sind dies stets solche Kanten, welche

weder ihrer ganzen Länge nach, noch mit einem oder beiden Enden, also überhaupt in keiner Weise mit einer Blutcapillare in Berührung sind. Nirgends also findet sich ein Gallenweg, der nicht durch zwischenliegende Zellsubstanz von den Blutgefässen geschieden wäre. Andererseits liegt mit seltenen Ausnahmen jede der wenigen Zellkanten, welche nicht mit einem Blutgefässe irgendwie in Berührung sind, an einem Gallenwege, und jede Grenzfläche zwischen zwei Leberzellen führt entweder in ihrer Mittellinie einen Gallenweg oder berührt wenigstens mit einer ihrer Seiten einen solchen. Wo immer man also in einem vollkommen injicirten Läppchen die Grenzfläche zweier Leber-



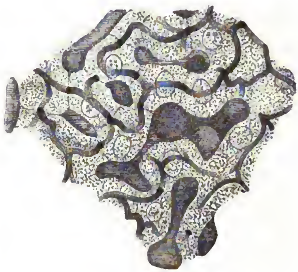


Fig. 120 u. 121. Aus einer injicirten Kaninchenleber. Die schmalen netzförmig angeordneten Gallencapillaren sind längs, die viel breiteren Blutcapillaren quer schraffirt. Innerhalb der Grenzlinie (Scheidewand) je zweier Leberzellen sieht man die Gallencapillare im Querschnitt als einen dunkleren Punkt; im Innern der Leberzellen je einen oder zwei Kerne.

zellen im Profil, nämlich als eine gerade Linie sieht, wird man mit seltenen Ausnahmen auch einen Gallenweg bemerken, entweder im Querschnitte als einen kreisrunden oder länglichen Fleck, der innerhalb jener Linie oder in seltenen Fällen am einen Ende derselben liegt, oder aber in der Seitenansicht und je nach der Einstellung des Mikroskopes als ein schmales Stäbchen, das parallel jener Linie dicht neben, unter oder über ihr zu verlaufen scheint.

Erinnert man sich nun, in welcher Weise die Leberzellen zwischen den Capillaren angeordnet sind, so leuchtet ein, dass wenn auf feinen Schnitten zwischen zwei radialen Capillaren nur eine einfache Zellenreihe erscheint, die Gallenwege theils in ihren Durchschnitten innerhalb jener Querlinien erscheinen müssen, welche als Profilansichten der Scheidewände von einer Capillare zur andern hinüberlaufen, theils aber in ihrer Seitenansicht, in mehr oder weniger starker Verkürzung, als den Capillaren annähernd parallel und zwischen ihnen verlaufende Gänge. Erscheinen aber auf dünnen Schnitten die

Leberzellen in der Form eines Epithels, so werden sich die Gallenwege als ein Netz mit polygonalen Maschen zeigen, deren jede eine Leberzelle umschliesst. (Fig. 120.) Sieht man auf einem dünnen Schnitte die radialen Capillaren quer durchschnitten, so wird man die Gallenwege theils im Querschnitte und zwar zumeist innerhalb der Linien sehen, welche als Profilansicht der Grenzflächen der Zellen zwei Capillaren mit einander verbinden, seltner an Punkten, wo die Grenzlinien mehrerer Zellen zusammenstossen, theils aber werden sie ebenfalls in Form eines Netzwerkes erscheinen, und jeder Querschnitt einer Capillare wird in einer Masche dieses Netzes gelegen sein. (Fig. 121.)

Diese Schilderung ist nach Injectionspräparaten gegeben. An der Menschenleber, welche frühestens einige Stunden nach dem Tode zur Untersuchung kommt, lassen sich wegen der dann schon eingetretenen Starre der Leberzellen die Gallenwege der Läppchen nicht mehr injieiren. Gleichwohl sind sie bei sehr starken Vergrösserungen der Beobachtung auch ohne Injection zugänglich, und es ergiebt sich dabei, dass sie ganz ebenso angeordnet sind wie bei den Säugethieren. Nachdem ich eine ausführliche Beschreibung der Gallenwege der Kaninchenleber gegeben hatte, wurde diese Beschreibung als auch für die Menschenleber gültig angesehen, für welche sie nicht ganz zutrifft. Viel eher lässt sich in dieser Hinsicht die Menschenleber mit der Leber des Hundes vergleichen, auf deren Verschiedenheit von der Kaninchenleber ich schon damals hingewiesen habe. Es verlaufen in der menschlichen Leber zwar auch bei weitem die meisten interlobularen Gallenwege in den Grenzflächen der Leberzellen, daneben aber kommen, was in der Kaninchenleber sehr spärlich zu finden ist, Gallenwege zwischen den Kanten vor, mit welchen drei oder in äusserst seltenen Fällen vier Leberzellen zusammenstossen. Es entspricht dies der von der Kaninchenleber abweichenden Anordnung der menschlichen Leberzellen.

Untersucht man sehr feine Schnitte einer gehärteten menschlichen Leber, so bemerkt man unter günstigen Umständen in der Mitte der Grenzlinien zweier Leberzellen eine kleine spaltförmige Oeffnung. Die Grenzlinie theilt sich in der Mitte in zwei Aeste, welche sofort wieder zusammenfliessen und so die Oeffnung umschliessen. Bisweilen erscheint diese Oeffnung auch oval oder kreisrund. Durch Aenderung der Einstellung des Mikroskopes kann man sich häufig überzeugen, dass diese Oeffnung der Durchschnitt eines Canals ist, denn der Umriss derselben lässt sich in die Tiefe verfolgen. Auch zwischen drei mit den Kanten zusammenstossenden Zellen sieht man zuweilen runde, meist aber dreieckige Löcher. Es ist aber in Betreff der letzteren nicht möglich, mit voller Sicherheit zu entscheiden, ob dieselben nicht vielleicht nur Spalträumen entsprechen, welche durch das ausserordentlich häufige Voneinanderweichen der Zellenkanten entstanden sind. In Fig. 122 sind solche in ihrem Querschnitt sichtbare Gallengänge aus der Leber eines Säuglings abgebildet. Bei sehr jungen Kindern sind dieselben nämlich besonders leicht darzustellen.

An manchen Menschenlebern lassen sich die Gallenwege der Läppchen mit derselben Sicherheit und Vollständigkeit verfolgen wie an der bestinjicirten Saugethierleber. Es kommt nämlich vor, dass der feinkörnige gelbe Farbstoff der Leberzelle sich ausschliesslich in der nächsten Umgebung der Gallenwege ablagert, während die ganze übrige Masse der Leberzelle davon frei ist. Alle Querschnitte der Gallenwege sind dann von einem gelben Hofe umgeben, und es macht den Eindruck, als habe sich die Zellsubstanz im Umfange des Gallenweges mit der Galle imbibirt. An solchen Lebern lässt sich zeigen, dass die Gallenwege weitaus überwiegend innerhalb der Grenzflächen und nur spärlich zwischen den Zellenkanten verlaufen. Man sieht, wenn die Leberzellen epithelartig angeordnet erscheinen, die Gallenwege in Form eines Netzes mit fünf- oder sechseckigen Maschen, deren jede eine Leberzelle einschliesst, kurzum man findet Alles wieder, was oben von der Säugethierleber beschrieben wurde.

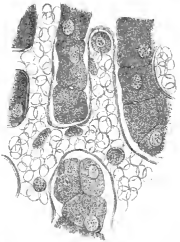


Fig. 122. Aus der in Chromsaure gehärteten Leber eines dreimonatlichen Kindes. Die einkernigen Leberzellen sind von der Capillarwand durch einen schmalen Zwischenraum getrennt. Die Capillaren enthalten dichtgedrängte farbige und einige farblose Blutkörperchen. Einige längliche Kerne der Capillarenwände sind sichtbar. Innerhalb der Grenzlinie (Scheidewand) je zweier Leberzellen sieht man je eine Gallencapillare im Querschnitt als eine kleine lichte Lücke; eine desgl. zwischen drei mit den Ecken (Kanten) sich berührenden Leberzellen.

Wie ich dies andernorts von den interlobularen Gallenwegen des Kaninchens gezeigt habe, so besitzen auch die des Menschen keine membrana propria, der die Leberzellen nur äusserlich auflägen, sondern sie sind von den Leberzellen direkt umschlossen, möge man nun die an den Gallenweg grenzende Schichte, falls deren Isolirung gelingen sollte, als verdichtete Grenzschichte der Zellsubstanz, oder als Zellenmembran, oder als cuticula bezeichnen, was Alles auf dasselbe hinausläuft.

Die Injection der intralobularen Gallenwege gelingt leicht am Kaninchen, wenn man in Wasser gelöstes Berliner Blau unter einem Druck von 20—30 Millimeter Quecksilber in den ductus choledochus einspritzt (Mac Gillavry) und insbesondere die Vorsicht braucht, das Thier durch Verblutung zu tödten und durch Oeffnung der unteren Hohlvene auch die Leber verbluten zu lassen. An andern Thieren ist es mir bis jetzt nicht gelungen, eine das ganze Läppchen durchdringende vollkommene Injection zu erhalten. Für schwer zu injicirende Lebern ist die Methode Chrzonszczewsky's[1] ausgezeichnet, welcher

1) Virchow's Archiv 1866. Bd. 35. S. 153.

Indigokarmin wiederholt ins Blut des lebenden Thieres spritzt, wonach sich die Gallenwege mit dem Farbstoffe füllen.

Der Hauptschlüssel zum Verständniss des Verlaufs der intralobularen Gallenwege liegt darin, dass, wie ich gezeigt habe, dieselben im Allgemeinen nicht an den Kanten sondern in den Scheidewänden der Leberzellen verlaufen. Da meine dahingehenden Angaben bereits von Kölliker [1] und theilweise auch von Eberth [2] bestätigt worden sind, so habe ich sie der obigen Darstellung zu Grunde gelegt. Durch Injection sind die Gallenwege der Leberläppchen zuerst unvollständig von Gerlach [3] an der Schweinsleber und zuerst vollständiger von Budge [4] an der Leber des Schaafes injicirt worden. Letzterer hat sie nicht als Intercellulargänge, sondern als mit einer kernführenden membrana propria versehene Röhren aufgefasst, denen die Leberzellen nur äusserlich anlägen. Dieser Ansicht trat, abgesehen von der Annahme der Kerne, Mac Gillavry bei, welcher die Gallenwege der Läppchen als ein »Capillarnetz« mit eigner Wandung darstellt, von welchem das Blutgefässnetz derart durchsetzt wird, »dass es dem Zufalle überlassen bleibe, ob die Röhren beider Systeme sich berühren, umstricken oder unabhängig von einander verlaufen«. Chrzonszczewsky, Frey und Irminger theilen diese Ansicht ebenfalls. Nach Andrejevic [5] dagegen liegen die intralobularen Gallenwege des Kaninchens »an den Kanten, die Knotenpunkte der Gänge an den Ecken der Leberzellen«, so dass »ihre Lage ganz der der Intercellulargänge eines Pflanzenparenchyms entspricht«. Eberth hat zwar meine Angabe, dass die Grenzflächen der Leberzellen Gallenwege führen, bestätigt, aber er fasst den ganzen Bau der Säugethierleber wesentlich anders auf als ich. Nach ihm zeigen in unvollständig injicirten Säugethierlebern »die anastomosirenden Balken der Leberzellen überall in ihrer Axe gelegene mit einander communicirende Gänge mit nicht oder unvollständig gefüllten Seitenzweigen«. Die Distanz zwischen den centralen, an den Zellkanten verlaufenden Gallenröhrchen der Balken und den Blutgefässen beträgt den Durchmesser einer Leberzelle, die »seitlichen Zweige können eben so gut zwischen den Kanten mehrerer sich berührender Leberzellen wie zwischen den Seitenflächen zweier gegenüber liegender Zellen verlaufen« und sollen z. Th. blind endigen. Er giebt zwei dieser Beschreibung entsprechende Abbildungen der Kaninchenleber. Ich kann jedoch weder die Beschreibung noch die Abbildungen zutreffend finden, sie passen beide auf die Amphibienleber ungleich besser als auf die Kaninchenleber. Nur bei neugebornen Menschen habe ich bis jetzt etwas Aehnliches gefunden. Blinde Enden der Gallenwege habe ich an vollständig injicirten Leberläppchen des Kaninchens nie gesehen. Aehnlich wie Eberth beschreibt Biesiadecki die intralobularen Gallenwege des Menschen, nur dass er dieselben ganz allgemein in der Axe von Leberbalken verlaufen lässt, die, wie schon gesagt, auf dem Querschnitt in der Regel aus fünf, den Gallenweg umschliessenden Zellen bestehen sollen.

An mit Silberleim injicirten Gallenwegen hat Eberth eine zarte doppelt conturirte Membran gesehen, und nennt sie membrana propria, mit welchem Namen man gewöhnlich eine das Drüsenepithel von aussen umschliessende Membran, basement membrane, versteht, nicht aber eine Cuticularbildung, wie sie z. B. auch das Cylinderepithel des Darmkanals zeigt. Ich selbst habe mich nur gegen eine der Wand der Blutcapillaren analoge Membran, wie sie von den oben erwähnten For-

1) Handbuch der Gewebelehre. V. Aufl. 1867.
2) l. c. und Schultzes Arch. f. mikroskop. Anatomie. III. Bd. S. 423.
3) Gewebelehre. II. Aufl. 1854. S. 332.
4) Reichert und du Bois-Reymond Archiv f. Anat. u. Physiol. Jahrg. 1859. S. 642.
5) Sitzungsber. der Wiener Akad. d. Wissensch. vom Jahre 1861. Bd. 43. I. Abth.

schern angenommen wurde, ausgesprochen, nicht aber gegen eine aus Grenzmembranen der Leberzellen bestehende Wand, obgleich mir im Gegensatze zu Mac Gillavry und Chrzonszczewsky die Isolirung derselben ebensowenig wie Eberth gelungen ist.

Köllikers neueste Darstellung stimmt in allen wesentlichen Punkten mit der von mir gegebenen überein, und er hat überdies die richtige Thatsache hinzugefügt, dass man die intralobularen Gallenwege des Kaninchens unter Umständen auch an nicht injicirten Lebern im Querschnitte sehen kann, auch schon die Hoffnung ausgesprochen, dass es gelingen werde, in ähnlicher Weise die Gallenwege der menschlichen Leber wahrzunehmen.

Von den Gallengängen. Die Hauptverzweigung des Stammes der Gallengänge erfolgt gemeinschaftlich mit der Pfortader und Leberarterie, daher man auf Querschnitten der Pfortaderäste stets auch einen oder mehrere querdurchschnittene Gallengänge findet. Aus dieser Hauptverzweigung entstehen schliesslich die feinsten zwischen den Läppchen gelegenen Gallengänge. — Ausserdem aber giebt es noch eine Nebenverzweigung, welche sich gleich derjenigen der Leberarterie durch Anastomosenbildung auszeichnet. Schon vor ihrem Eintritt in die eigentliche Lebersubstanz geben nämlich der Lebergang und seine Hauptäste oberflächliche Zweige ab, welche sich in dem, die Leberfurchen auskleidenden Bindegewebe unter einander anastomosirend verästeln. Mit diesem Netze hängen andere Netze zusammen, welche in der Glisson'schen Scheide im Umfange der grössern Pfortaderäste und Gallengänge gelegen sind und aus letzteren ihre Stämmchen empfangen. Aus allen diesen Netzen senken sich Zweige ins Parenchym der Leber (Beale, Henle), um sich schliesslich ebenfalls in Zwischenläppchengänge aufzulösen. An verschiedenen Stellen der Leber treten überdies Gallengänge auf die Oberfläche, um sich im benachbarten Bindegewebe zu verzweigen, beziehendlich auch Anastomosen zu bilden, und es gelangen auf diese Weise einzelne Gallengänge ins ligamentum triangulare sinistrum und bis zum Zwerchfell.

Die Gallengänge, bis herab zu denen von 0,23 Millim. Durchmesser, sind mit kleinen einfachen oder zusammengesetzten Drüsen versehen, welche nach Riess[1] und Kölliker in die Wand der Gänge eingebettet sind. Dieselben bestehen aus rundlichen oder länglichen, oft blinddarmähnlichen Bläschen von 0,035—0,045 Millim. Querdurchmesser, die sich entweder unmittelbar in den Gallengang öffnen oder deren mehrere in einen Gang zusammenfliessen, welcher seinerseits entweder direct in einen Gallengang mündet oder mit andern seines Gleichen zu einem gemeinschaftlichen Ausführungsgange zusammentritt, so dass das Bild einer traubenförmigen Drüse entsteht. Dieser Ausführungsgang läuft zuweilen eine Strecke weit innerhalb der Wand des Gallengangs, ehe er in die Lichtung desselben einmündet.

Die Wandung des Stammes und der grösseren Aeste lässt eine innere Schichte als Schleimhaut, von einer äussern Faserhaut unterscheiden. Die

[1] Reichert u. Du Bois Archiv 1863. S. 473.

letztere enthält glatte Muskelfasern (Henle) und spärliche Blutgefässe, die innere ist mit einem einschichtigen Epithel hoher Cylinderzellen bekleidet und führt ein sehr dichtes Capillarnetz. Die mittleren Gallengänge haben ein niedrigeres Cylinderepithel und eine nur einschichtige Wandung, welche nach Heidenhain[1] ebenfalls contractile Faserzellen enthält, die feinsten endlich erkennt man nur noch an ihrem scheinbar frei ins interlobulare Bindegewebe eingelagerten Epithel, welches aus polyedrischen, oft nach der Axe des Ganges etwas gestreckten Zellen besteht. Die aus den glashellen Zelldeckeln des Cylinderepithels der gröberen Gänge bestehende Cuticula geht, sich verdünnend, auch auf die niedrigeren Zellen der feinern Gänge über und giebt der Lichtung derselben einen besonders scharfen Umriss (Eberth). Die Form der Kerne der Epithelzellen richtet sich nach der Gestalt der letzteren: die Kerne sind langoval in den Cylinderzellen der groben, rundlich in den niederen Epithelzellen der feineren, oval in den etwas nach der Axe des Ganges gestreckten Zellen der feinsten Gänge.

Die freie Fläche der Schleimhaut des Leberganges zeigt zahlreiche flache unregelmässig angeordnete Grübchen. In den Aesten des Leberganges bis herab zu denen von 0,5 Millim. Durchmesser finden sich eben solche, hier jedoch in zwei einander gegenüberstehenden Längsreihen angeordnete Grübchen. Dieselben entsprechen den Mündungen der seitlich abtretenden Gallengänge oder grösseren Ausführungsgängen der Drüsen; feine punktförmige Poren in oder zwischen den Grübchen führen in Gallengangsdrüsen.

Die Gallengangsdrüsen besitzen kein specifisches Epithel, sondern, wie die Gänge in welche sie münden, ein Cylinderepithel, und lassen sich daher als Ausstülpungen der Innenfläche der Gänge auffassen, um so mehr, als sie an Gängen von 0,2 Millim. Durchmesser wirklich nur noch in Form kleiner, schliesslich sogar sehr seichter Buchten erscheinen.

Die feinsten Gallengänge, welche von verschiedenen Seiten an dasselbe Leberläppchen gelangen, anastomosiren nicht untereinander, dagegen scheinen diejenigen, welche ein und dieselbe Zwischenvene begleiten, im Umkreise derselben bisweilen zu anastomosiren, doch bedarf dies noch näherer Untersuchung. Die Lichtung dieser Gänge geht ohne erhebliche Minderung ihres Durchmessers unmittelbar in die intralobularen Gallenwege oder Gallencapillaren über. Es stossen nämlich die Leberzellen ohne Weiteres an die letzten Epithelzellen der Gänge, und nur zuweilen erscheinen diese Epithelzellen an der Stelle des Ueberganges etwas vergrössert. Oefters ist die Lichtung eines Gallenganges an der einen Seite noch von den kleinen Epithelzellen, an der anderen Seite schon von den grossen Leberzellen begrenzt. In Fig. 123 sind zwei Stellen aus der Peripherie eines Leberläppchens abgebildet, welche den Uebergang der Epithelzellen in die Leberzellen zeigen. Die Leber stammte von einem dreimonatlichen Kinde. Aus injicirten Thierlebern

1) Studien des physiologischen Instituts zu Breslau. IV. Heft. S. 241.

bekommt man ganz analoge Bilder und kann dann den feinen Faden der Injectionsmasse aus dem epithelhaltigen Gange unmittelbar zwischen die Leberzellen eintreten sehen.

Das Fehlen von Zwischenformen zwischen den kleinen Epithelzellen und den grossen Leberzellen hat viel dazu beigetragen, dass der Uebergang der Gallengänge in die Gallencapillaren so lange dunkel geblieben ist. Dieser Uebergang besteht in der That nur darin, dass das Epithel der Gallengänge plötzlich die Form wechselt, während die Lichtung sich nur ganz wenig verjüngt.

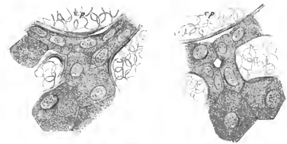


Fig. 123. Aus der in Chromsäure gehärteten Leber eines dreimonatlichen Kindes. Beide Abbildungen stellen Fragmente eines durch die Peripherie eines Leberläppchens geführten Schnittes dar. Man erkennt die farbigen Blutkörperchen der Blutgefässe an ihren kreisformigen Conturen. *rp* entspricht einer Zwischenvene, in deren unmittelbarer Nachbarschaft die Epithelzellen von Gallengängen liegen, an welche Zellen sich nach unten hin unmittelbar die viel grösseren Leberzellen anschliessen.

Die mikroskopische Darstellung der Gallengänge und ihres Epithels gelingt leicht an dünnen Schnitten. Um die Verzweigung der Gallengänge und die Netze derselben zu sehen, muss man sie mit farbiger Masse injiciren, wobei freilich in der Leichenleber das Epithel leicht zu Grunde geht. Die Gallengangsdrüsen untersucht man mikroskopisch am Besten nach Injection mit schwach gefärbtem Leime.

Die Gallenblase ist von einer Schleimhaut ausgekleidet, welche sich zu zahlreichen einander durchkreuzenden Leisten und einzelnen niedrig konischen Vorsprüngen erhebt. Sie führt ein sehr dichtes Capillarnetz, gleich dem der Darmschleimhaut und deren Zotten, und ist von einem Epithel aus sehr hohen Cylinderzellen bedeckt, welche letzteren an ihrer freien Fläche einen verdickten, gestreiften Saum zeigen, wie die Cylinderzellen der Darmschleimhaut (Virchow[1]). Die von Bindegewebsbündeln und weitmaschigen Capillaren durchsetzte Schichte sich vielfach durchkreuzender Züge glatter Muskelfasern wird von Henle der Schleimhaut zugerechnet. Auf sie folgt nach aussen noch eine Bindegewebsschichte und schliesslich an dem freiliegenden Theile der Gallenblase das Bauchfell. Die gröberen Blutgefässe der Gallenblase und besonders die Venen sind sehr zahlreich. Letztere begleiten die Arterie paarweise (Beale) und je zwei solche Parallelvenen sind durch zahlreiche, die zwischenliegende Arterie überbrückende Anastomosen verbunden, so dass das ganze Venensystem sehr viel Aehnlichkeit mit Lymphgefässen bekommt.

1) Virchow's Archiv 1857. XI. Bd. S. 574.

Auf der freien Oberfläche der Blase finden sich zahlreiche grössere subseröse Lymphgefässe; feine Lymphgefässe sind weder hier noch in den übrigen Schichten der Blase nachgewiesen. Nach Luschka[1] enthält die Blasenwand einzelne kleine Schleimdrüsen gleich denen des ductus cysticus, choledochus und hepaticus. Der ductus cysticus ist nach dem Baue seiner Wandung als eine Fortsetzung der Gallenblase anzusehen.

E. H. Weber beschrieb die netzförmig anastomosirenden Gallengänge in der fossa transversa als vasa aberrantia, weil er sie als Gänge auffasste, deren zugehöriges Leberparenchym nicht zur Entwicklung gekommen ist. Dieselbe Deutung gab er den anderen ausserhalb der eigentlichen Lebersubstanz vorkommenden Gängen. Theile[2] dagegen fasste in Folge seiner Entdeckung der Gallengangdrüsen die ganzen Gänge der Querfurche als netzförmig anastomosirende Schleimdrüsen auf, ebenso die von ihm gefundenen Gallengangsnetze in der Glisson'schen Kapsel. Die Gallengänge dagegen, welche im ligamentum triangulare sinistrum (Ferrein, Kiernan), ferner in der bindegewebigen Haut, welche bisweilen als Verbindung des rechten mit dem Spigel'schen Leberlappen die Hohlvene überbrückt (Kiernan, Theile), in der fossa pro vena umbilicali (Kiernan, Weber), am Rande der Gallenblase (Weber) vorkommen, möchte Theile als Gallengänge betrachten, welche ihre zugehörigen Leberläppchen durch Atrophie der letzteren verloren haben. Dass dies für einen Theil dieser Gänge berechtigt ist, könnte man daraus schliessen, dass bei Greisen der scharfe Rand der Leber sich durch Atrophie in eine bindegewebige Masse verwandelt, welche zahlreiche Gallengänge, aber keine Leberzellen mehr führt, und dass Aehnliches sich an sogenannten Schnürlebern da zeigt, wo der Druck des Schnürbandes eine schwielige Furche auf der Leberoberfläche erzeugt hat.

Später haben Wedl[3], Beale und neuerdings sehr ausführlich Henle[4] und Riess die Gallengangdrüsen und die Netze der Gallengänge beschrieben, und letzterer legt besonderes Gewicht darauf, dass die Drüsen, weil sie in die Wand der Gänge eingebettet sind, nicht als »appendices der ganzen Gänge, sondern nur als »appendices ihres Lumens« angesehen werden dürfen.

Von den Blutgefässen der Leber. Die Leber enthält zwei Blutcapillarsysteme, das der Pfortader und das der Leberarterie. Das erstere, schon oben beschriebene, zeigt im Allgemeinen weite Capillaren und enge Capillarmaschen, das letztere enge Capillaren und weite Maschen; jenes ist auf das Innere der Leberläppchen, dieses auf alle ausserhalb der Läppchen gelegenen Gebilde beschränkt. Beide stehen insofern im Zusammenhang, als sich das Blut aus dem von der Leberarterie gespeisten Capillarsysteme theils mittelbar, theils unmittelbar in das von der Pfortader versorgte ergiesst, so dass schliesslich die Innenvenen der Läppchen sowohl das aus der Pfortader als das aus der Leberarterie stammende Blut abführen.

Pfortader und Leberarterie verzweigen sich gemeinschaftlich in der Leber, die Lebervene gesondert; die Pfortaderäste sind vom lockeren Bindegewebe der Glisson'schen Scheide umhüllt, die Lebervenen durch spärliches Bindegewebe straff an die Lebersubstanz angeheftet. Die Zwischen- und Innen-

1) Henle und Pfeuffer's Zeitschr. f. ration. Medicin. 1858. IV. Bd. S. 189.
2) Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. II. Bd. 1844.
3) Sitzungsber. der Wiener Akad. d. Wissensch. v. 12. Dec. 1850. V. Bd. S. 481.
4) Handbuch der Anatomie. II. Bd. Eingeweidelehre. 1866.

venen entstehen theils dadurch, dass kleine Pfortader- oder Lebervenenäste sich in sie als ihre Endäste auflösen, theils entspringen sie seitlich aus grösseren Stämmchen. Die grossen Zweige der Pfortader und Lebervene geben jedoch keine Zwischen- oder Innenvenen an die, sie unmittelbar umgebenden Läppchen direct ab, daher letztere von den grösseren Gefässen auf Umwegen mit Zwischen- und Innenvenen versorgt werden. Hierbei unterscheiden sich Pfortader und Lebervene insofern, als letztere schon aus relativ grösseren Aesten Innenvenen direct in benachbarte Läppchen schickt. Die Innenfläche solcher Lebervenen lässt daher neben den grösseren Oeffnungen noch sehr feine Poren erkennen, welche in die Innenvenen führen. Denjenigen kleinen Lebervenen, welche nach allen Seiten Innenvenen abgeben (venae sublobulares), wenden die umgebenden Läppchen ihre Grundflächen zu; an den grösseren Venen dagegen liegen nur noch vereinzelte Läppchen mit der Grundfläche an, die übrigen wenden ihnen eine Seitenfläche oder die Kuppe zu.

Die Pfortaderäste anastomosiren nirgends untereinander, und zwei zwischen denselben Läppchen verlaufende Zwischenvenen gehen, wenn sie von entgegengesetzten Seiten aufeinander zukommen, doch nie ineinander über, sondern lösen sich beide in Capillaren auf. Ebensowenig anastomosiren die Zweige der Lebervene untereinander. Endlich stehen auch Pfortader und Lebervene nirgends anders, als durch Vermittelung der Capillaren mit einander in Verbindung.

Die Leberarterie zeigt ein ganz eigenthümliches und für die Mechanik des Blutstromes sehr wichtiges Verhalten insofern, als ihre Aeste untereinander anastomosiren und ein weitmaschiges Netz bilden, welches theils die in der Glisson'schen Scheide gelegenen Gebilde (rami vasculares arteriosi), theils die grösseren Venen umstrickt, theils in der Kapsel (rami capsulares arteriosi) ausgebreitet ist. Aus diesem Arteriennetze entspringen Capillaren, welche im Vergleich mit den Pfortadercapillaren sehr enge sind, und so weit sie nicht das den grösseren Gallengängen angehörige dichte Capillarnetz bilden, lang gestreckt verlaufen und sehr weite Maschen bilden. Diese Capillaren begleiten die grösseren Gefässe, dringen mit der Glisson'schen Scheide bis zwischen die Läppchen und breiten sich auch in der Leberkapsel aus. Ihr Blut sammelt sich theils, wie Ferrein entdeckte, in kleine Venen, welche als sogenannte innere Pfortaderwurzeln meist zu zwei einen Arterienzweig begleiten (Beale) und in Zweige der Pfortader einmünden, theils ergiesst es sich direct in die Pfortadercapillaren; letzteres geschieht da, wo beide Capillarnetze einander sehr nahe liegen, also an der Kapsel und im interlobulären Bindegewebe, ersteres, wo wie an grösseren Blut- und Gallengefässen dickere Schichten von Bindegewebe beide Capillarsysteme trennen.

Durch die Zwischencanäle der oberflächlichsten Leberläppchen treten gemeinschaftlich kleine Pfortaderäste und Leberarterien an die Kapsel. Erstere lösen sich schnell in ihre Endäste auf, sind den Zwischenvenen gleichwerthig und versorgen die Leberläppchen von der, der Kapsel zugewandten Seite her

mit Blut. Letztere theilen sich, an die Kapsel gelangt, sofort und oft sternförmig in mehrere Aeste, welche zum Theil geschlängelt verlaufen, weiterhin mit benachbarten zusammenstossen und ein weitmaschiges Arteriennetz bilden, das mit Aesten der arteria mammaria, phrenica, suprarenalis anastomosirt.

Das Capillarnetz der Leberläppchen lässt sich von der Pfortader, von der Lebervene und von der Leberarterie aus injiciren, das Capillarnetz der Leberarterie nur durch letztere.

Eine sehr genaue Beschreibung der Blutgefässe der Leber hat Theile gegeben und auch schon das Arteriennetz in der Glisson'schen Scheide und in der Kapsel als plexus arteriosus beschrieben. Dass auch die grösseren Lebervenen von einem Arteriennetze umsponnen sind, finde ich bei ihm nicht erwähnt. Joh. Müller nahm einen unmittelbaren Uebergang feiner, zwischen die Läppchen dringender Arterien in das Capillarnetz der Pfortader an. Theile fand jedoch, dass auch diese mit den Zwischenvenen verlaufenden Arterienzweige sich in Capillaren auflösen, was besonders an der Schweinsleber leicht zu demonstriren ist. Mit Joh. Müller nehmen Theile, Henle und Kölliker besondere rami venosi capsulares an, welche wie die oben erwähnten inneren Wurzeln der Pfortader, das Blut aus den Pulsadercapillaren der Leberkapsel in Pfortaderäste überführen.

Von den Lymphgefässen der Leber. Die menschliche Leber ist sehr reich an Lymphgefässen, welche hier wie überall die Begleiter des Bindegewebes sind. Auch sonst unterscheiden sich die Lymphgefässe der Leber nicht von denen anderer Organe. Sowohl die Capillaren als die grösseren Gefässe anastomosiren sehr vielfältig unter einander. Zahlreiche, mit Klappen versehene Stämme führen die Lymphe theils durch die Leberpforte, theils durch die Kapsel ab, auf welch letzterer sie besonders in der Nähe des ligamentum suspensorium sehr zahlreich vorkommen.

Die oberflächlichen Lymphgefässe, d. s. die in der Kapsel gelegenen, bilden mit ihren Capillaren und feineren Stämmchen ein äusserst dichtes Netz, dessen Maschen viel enger sind als die des Capillarnetzes, in welches sich die Leberarterien in der Kapsel auflösen. Beide Capillarnetze verlaufen vollkommen unabhängig von einander. Die grösseren Stämmchen begleiten meist zu zwei die in der Kapsel gelegenen Arterien, und je zwei solche Parallelgefässe sind stellenweise durch quere Brücken mit einander verbunden.

Die tiefen Lymphgefässe der Leber, d. s. die in der Glisson'schen Scheide gelegenen, sind ebenfalls sehr zahlreich, anastomosiren vielfältig und bilden gleichfalls ein Capillarnetz, das jedoch nicht so engmaschig zu sein scheint wie das der Kapsel. Im Umkreise eines quer durchschnittenen Pfortaderastes von 0,8 Millim. Durchmesser zählte ich gegen 20 Lymphgefässquerschnitte. An der Oberfläche der Leber anastomosiren die tiefen Lymphgefässe mit den oberflächlichen, und zahlreiche Stämmchen steigen mit den Capsularästen der Leberarterien und kleinen Zweigen der Pfortader zur Kapsel empor.

Die Darstellung der mikroskopischen Lymphgefässe der menschlichen Leber ist verhältnissmässig leicht. Zwar lassen sie sich auch durch Einstich ins Bindegewebe, oder durch Injection in die Gallengänge, aus welchen die Injectionsmasse bei übertriebenem Drucke leicht extravasirt, mit farbigen Massen füllen, aber es geben diese auf gut Glück arbeitenden Methoden oft unreinliche Präparate. Dagegen liefert die Injection in die Lymphgefässstämme nach Teichmann's Methode saubere und zuverlässige Präparate. In ein möglichst feines Lymphgefäss der Leberkapsel oder Leberpforte mache man mit einer Nadel einen feinen Einstich und führe eine feine Canüle in denselben so ein, dass die Injectionsflüssigkeit zunächst in derselben Richtung strömen muss, wie im Leben die Lymphe. Nachdem sich ein oder mehrere grössere Lymphgefässstämme gefüllt haben, werden dieselben zugeklemmt, und die sich stauende Flüssigkeit nimmt nun ihren Weg rückwärts in die kleinen peripherischen Lymphgefässe, welche nur unvollkommene Klappen haben. Die zahlreichen Anastomosen der Lymphgefässe gestatten so die Injection grösserer Bezirke sowohl des oberflächlichen als des inneren Lymphgefässsystems. Die schlank conisch gestaltete Canüle binde ich nicht ein, sondern halte sie während der kurzen Dauer der Injection mit der Hand fest, was einen hinreichend festen Verschluss giebt, da man nie einen starken oder langdauernden Injectionsdruck anwenden darf, wenn man saubere Präparate bekommen will. Alle anderen Methoden stehen an Zuverlässigkeit weit zurück.

Die Abbildungen, welche Teichmann von dem Lymphgefässsysteme der Leber veröffentlicht hat, geben kein ganz zutreffendes Bild insofern, als die einzelnen Theile des Netzes sehr ungleichmässig gefüllt sind, daher die Lymphgefässe allenthalben knotig angeschwollen erscheinen. Eine gute, mit leicht flüssiger Masse und ohne übertriebenen Druck ausgeführte Injection zeigt besonders in der Leberkapsel eine viel regelmässigere Bildung der Lymphgefässe.

Kölliker fand bei Thieren auch die Lebervenen von Lymphgefässen umsponnen, ein Verhalten, welches an der menschlichen Leber noch nicht nachgewiesen ist.

Nach Mac Gillavry stehen die tiefen Lymphgefässe der Hundeleber mit wandungslosen Bindegewebsspalten der Glisson'schen Kapsel in offener Verbindung. Dieser Forscher injicirte wässriges oder leimiges Berlinerblau gegen die Klappen in die grossen Lymphgefässe der Leberpforte, oder aber durch Einstich ins Bindegewebe. Beide Methoden erfordern einen hohen Druck, bedingen deshalb enorme Ausdehnung der Lymphgefässe und häufig Extravasate. Da man überdiess ein Lymphgefäss, besonders wenn es durch übermässigen Injectionsdruck verunstaltet ist, von einer durch Extravasation erzeugten Bindegewebsspalte nur durch den Nachweiss der charakteristischen Epithelzeichnung unterscheiden kann, so halte ich die Ansicht Mac Gillavry's nicht für bewiesen. Auch sprachen die Ergebnisse meiner Injectionen der Lymphgefässe der menschlichen Leber nach der oben beschriebenen Methode stets dagegen.

Nach der Ansicht Biesiadecki's sollen sämmtliche Capillaren eines menschlichen Leberläppchens in Lymphräumen schwimmen, deren Gestalt und Anordnung vollkommen derjenigen der Capillaren gleicht, nur dass sie weiter sind und daher die Capillaren in sich aufnehmen. Leberzellen und Capillaren sollen also allenthalben durch einen mit Lymphe gefüllten Raum getrennt sein. Diese sogenannten

perivascularen Lymphräume hat zuerst Mac Gillavry[1] an der Hundeleber, später Frey und Irminger[2] an der Leber des Kaninchens und anderer Säuger beschrieben. Nach einer vorläufigen Mittheilung von Kisselew[3] sollen diese perivascularen Lymphräume in der Leber des Hundes und Schweines das für die Lymphgefässe charakterische Epithel besitzen und also perivasculare Lymphgefässe sein. Alle eben genannten Forscher stimmen darin überein, dass diese intralobulären Lymphgefässe in offener Verbindung mit den interlobulären Lymphgefässen stehen, welche im Bindegewebe der Glisson'schen Kapsel gelegen sind.

Ich halte die Existenz solcher perivascularen Lymphgefässe nicht für hinreichend bewiesen, obwohl es leicht ist, an der Menschen- und Hundeleber perivasculare Räume zu demonstriren, und obwohl sie sich stellenweise injiciren lassen. Die Zellen der Menschen- und Hundeleber lösen sich wie gesagt leicht von den Capillaren ab; besonders in Alkohol, in welchem die Capillaren sowohl als die Zellen schrumpfen, entstehen relativ weite leere Räume zwischen beiden, welche offenbare Kunstprodukte sind. Diese Räume lassen sich überhaupt je nach der angewandten Härtungsmethode in ganz beliebiger Breite darstellen. Bei der Menschenleber kommt noch hinzu, dass je nach der Art der vorangegangenen Krankheit und dem hiervon abhängenden Wassergehalte u. s. w. der Leberzellen die Schrumpfung der letzteren eine sehr verschiedene sein kann. Wenn wie in der Menschen- und Hundeleber der Zusammenhang zwischen Leberzellen und Blutcapillaren nur ein lockerer ist, so wird sich vielleicht, besonders bei Kreislaufsstörungen, zwischen beiden eine Flüssigkeitsschichte ansammeln können, durch welche die vollständige Lösung der Zellen von den Capillaren nach dem Härten noch mehr begünstigt wird. Diess Alles berechtigt aber nicht zur Annahme perivascularer Lymphgefässe. Mit demselben Rechte könnte man daraus, dass zwischen den Bündeln des fibrillären Bindegewebes eine gewisse Menge Flüssigkeit Raum hat, schliessen wollen, jedes einzelne Bindegewebsbündel sei in einem Lymphgefässe eingeschlossen. Die Ergebnisse der Injection beweisen ebenfalls nichts, denn man hat die angeblichen perivascularen Lymphgefässe nur durch Extravasation injicirt. Irgendwohin aber muss die Injectionsmasse dringen, wenn man sie mit übermässiger Gewalt vorwärts treibt; was ist natürlicher, als dass sie die leicht von den Blutcapillaren ablösbaren Leberzellen von den ersteren abdrängt und sich zwischen beide einschiebt. Beim Kaninchen findet diese Ablösung nicht statt, und deshalb lassen sich in der Leber dieses Thieres auch keine perivascularen Lymphgefässe injiciren, vielmehr bricht die Injectionsmasse hier stets in die Blutcapillaren selbst ein und füllt diese an. Die Angabe, dass in der Kaninchenleber perivasculare Lymphgefässe injicirt werden können, ist unrichtig, und ich finde gerade darin, dass sich perivasculare Räume in der Kaninchenleber nicht herstellen lassen, einen sehr wichtigen Grund gegen die Annahme derselben in anderen Lebern.

Vom Bindegewebe der Leber. Die Leber führt oberflächliches und inneres fibrilläres Bindegewebe. Ersteres bildet die Leberkapsel, letzteres die Glisson'sche Scheide. Die Leberkapsel ist eine an verschiedenen Stellen sehr verschieden dicke Membran, im Allgemeinen aber so dünn, dass die Lebersubstanz deutlich durchscheint. Soweit der sogenannte Bauchfellüberzug der Leber reicht, lässt sich stellenweise, besonders nach Maceration, die Leberkapsel in eine obere (»seröse«) und eine untere (»fibröse«) Schichte

1) Sitzungsber. der Wiener Akademie d. Wissensch. v. 28. April 1864.
2) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 1866. 16 Bd. S. 208.
3) Medicinisches Centralblatt v. 20. Febr. 1869.

trennen (THEILE). Das innere Bindegewebe bildet die Umhüllung der grösseren Gefässe und die unvollkommenen Scheidewände der Läppchen. Ins Innere der Läppchen einer normalen Leber dringen keine eigentlichen Bindegewebsbündel, wohl aber finden sich spärliche Fasern intralobularen Bindegewebes, welche theils, besonders im peripherischen Theile eines Läppchens, den Capillaren anliegen, theils einfach oder verzweigt zwischen den Capillaren ausgespannt erscheinen und hierbei mehr oder weniger die Form des reticularen Bindegewebes annehmen. Kernhaltige Gebilde, welche zuweilen den Capillaren äusserlich aufliegen, pflegt man als Bindegewebskörperchen zu deuten. Der Nachweis des intralobularen Bindegewebes gelingt am besten, wenn man von Lebern, welche in Chromsäure passend gehärtet sind, äusserst feine Schnitte macht, wobei die Leberzellen an den dünnsten Stellen des Schnittes und an seinen Rändern von selbst herausfallen, so dass die Capillaren und die erwähnten Fasern vollständig isolirt sind. Dickere Schnitte muss man in der Härtungsflüssigkeit längere Zeit schütteln, oder im schlimmsten Falle auspinseln.

HISS [1] betrachtet die äusserst feine streifige oder netzförmige Zeichnung, welche an der Wand gut isolirter Capillaren häufig sichtbar ist, als adventitia capillaris, findet aber keine Bindegewebskörperchen in derselben. Auch macht er zuerst auf zarte Balken aufmerksam, welche in den Capillarmaschen, deren Leberzellen entfernt sind, bisweilen von einer Capillare zur andern hinüber gespannt erscheinen, und häufig mit trichterförmiger Verbreiterung an der Capillarwand ansitzen. HENLE und KÖLLIKER bestätigen letzteren Befund, doch ist KÖLLIKER geneigt, diese Bälkchen als in der Entwicklung oder Rückbildung begriffene Capillaren anzusehen. Ausserdem ist nach ihm neben sternförmigen Bindegewebskörperchen nur eine äusserst geringe Menge formloser Bindesubstanz vorhanden. E. WAGNER [2] beschrieb zuerst Bindegewebskörperchen innerhalb der Läppchen, was ENGEL-REIMERS [3], KÖLLIKER und FÖRSTER [4] bestätigten. HENLE dagegen bestreitet die Bindegewebskörperchen, lässt aber alle Capillaren von Bindegewebsfäden begleitet sein, die dick genug sind, um sie im Querschnitte als dunkle Körnchen wahrzunehmen. Diese Meinungsverschiedenheiten erklären sich meist daraus, dass nicht immer genau berücksichtigt wurde, ob man den centralen oder einen peripherischen Theil des Läppchens vor sich hatte, ob die Leber völlig normal oder nicht, und ob sie jung oder alt war. Die nicht selten vorkommenden spindelförmigen Leberzellen mögen überdiess auch bisweilen mit Bindegewebskörperchen verwechselt worden sein.

Die menschliche Leber zeigt in Betreff ihres inneren Bindegewebes so grosse Verschiedenheiten, dass sich, wenn man nicht über ein sehr grosses Material verfügt, schwer sagen lässt, welches Verhalten eigentlich das normale sei. Bei erwachsenen Hunden ist der normale Befund folgender: Das fibrilläre interlobuläre Bindegewebe schickt nur einzelne dünne und noch schwach gestreifte Bündel in die äusserste Schichte der Läppchen. Diese Stränge lösen sich alsbald in feinere, völlig homogen erscheinende Bälkchen auf, welche, wenn die Leberzellen entfernt worden sind, zwischen den Capillaren ausgespannt erscheinen. Solche homogene Bälkchen

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. 1860. X. Bd. S. 340.
2) Oestreichische Zeitschrift für praktische Heilkunde v. 29. März 1861.
3) Expl. micr. de tel. hepat. conjunct. Berol. 1860.
4) KÖLLIKER, Handbuch der Gewebelehre. V. Aufl. S. 438.

findet man dann auch häufig in den übrigen Theilen des Läppchens in den Capillarmaschen ausgespannt. Bald läuft ein solches Bälkchen einfach von einer Capillare zur andern, bald theilt es sich unterwegs, um sich gabelförmig an der anderen Capillare zu befestigen, bald entspringen von der Peripherie einer Capillarmasche mehrere Bälkchen, welche nach der Mitte zulaufen, sich dabei häufig verästeln und untereinander anastomosiren, so dass bisweilen ein zierliches Netz äusserst feiner Bälkchen entsteht, welches sich durchaus wie reticuläres Bindegewebe verhält. Dieses Bindegewebe führt keine Kerne. Da von einer membrana propria der Leberzellen nirgends eine Spur zu finden ist, so ist dies spärliche reticuläre Bindegewebe neben den Leberzellen und Blutcapillaren der einzige sicher nachgewiesene geformte Bestandtheil der Leberläppchen.

Von den Nerven der Leber. Die ziemlich reichlichen Nerven, welche in die Leberpforte eintreten und sich mit den in der Glisson'schen Scheide verlaufenden Gefässen verzweigen, enthalten neben den marklosen Fasern nur spärliche markhaltige, welche letzteren in den feineren Bündeln immer seltener werden. Die feinsten Bündel enthalten nur noch marklose Fasern. Alle nachweisbaren Nerven liegen ausserhalb der Läppchen; im Innern der letzteren gelang es mir nicht, Nerven zu finden. Da hier, wie man sich an sehr feinen Schnitten gehärteter Leber leicht überzeugen kann, ausser den Leberzellen, den Capillaren und dem spärlichen soeben beschriebenen Bindegewebe keinerlei Fasern oder sonstige Gebilde zu sehen sind, so ist anzunehmen, dass wenn Nervenfasern ins Innere der Läppchen dringen, dieselben von ausserordentlicher Feinheit sein müssen.

Zu ganz andern Ergebnissen ist einer kurzen vorläufigen Mittheilung zufolge Pflüger durch Behandlung der Leber mit Ueberosmiumsäure gelangt. Auch ich habe dieses Reagens vielfach angewandt, aber bis jetzt nichts von dem gesehen, was Pflüger beschreibt. Die bevorstehende ausführliche Mittheilung desselben wird hoffentlich die Ursache dieses Widerspruches aufklären.

Capitel XIX.

Kehlkopf und Trachea.

Von

E. Verson.

A. Kehlkopf.

Gerüste.

Die Formveränderungen, welche die Modulation der Stimme am Kehlkopfe als tongebendem Apparate voraussetzt, fallen ausschliesslich den willkührlichen Muskeln als Aufgabe zu, welche jedoch zu einer wirksamen Thätigkeit fester Angriffspunkte bedürfen. Solche sind in dem knorpeligen Gerüste gegeben, und dieses ermöglicht je nach seiner Zusammensetzung und Vertheilungsart eine Mannigfaltigkeit der Bewegung, welche bei den einzelnen Thierklassen je nach den Anforderungen der Stimmleistung verschieden ausfällt.

Im primitiven Kehlkopf des Proteus erscheint beiderseits nur ein knorpeliger Streifen, und aus diesem bildet sich, wie Henle gezeigt, in der aufsteigenden Reihe höherer Wirbelthiere durch Scission, queres Auswachsen und theilweise Resorption jener complicirte Bau, welcher uns der Form und Leistung nach beim Menschen so vollendet entgegentritt.

— Das Zerfallen der bei niederen Thierklassen einfachen Knorpelplatte an der Seite des Kehlkopfs, zu sieben und mehr getrennten Stücken bei den höchsten Säugethieren, bringt aber auch die Nothwendigkeit eines Bandapparates mit sich, der dem complicirten Baue einen Halt verschaffe, und das Kehlkopfgerüste erfordert daher sowohl die Betrachtung der Knorpel an und für sich, als auch die Verbindungsweise derselben unter einander.

Die Knorpel des menschlichen Kehlkopfes gehören theils dem hyalinen, theils dem faserigen Typus an und besitzen im Jugendstadium einen ziemlich lebhaften Stoffwechsel, der durch eigene Gefässe gespeist, durch Nerven geregelt wird. An einzelnen Stellen schickt nämlich das Perichondrium Fortsätze in die Knorpelmasse hinein, welche aus zartem Bindegewebe mit reichlichen spindelförmigen Zellen bestehen, und zwischen denen deutlich feinere und stärkere Gefässe, sowie einzelne Nervenfasern sich erkennen lassen. Im er-

wachsenen Menschen hört der directe Zusammenhang zwischen Knorpeln und Gefässen der Knorpelhaut ganz auf, oder er wird wenigstens sehr beschränkt.

Mit vorschreitendem Alter unterliegen die hyalinen Knorpel der Verknöcherung, und zwar tritt diese in den meisten Fällen erst nach dem 40. Jahre ein, ausnahmsweise auch viel früher, schon um das 20. herum. Der Process beginnt mit einfacher Ablagerung von Kalksalzen in das Grundgewebe und breitet sich ziemlich gleichförmig von den sogenannten Knochenkernen weiter aus. Die Verknöcherungsgrenze ist dabei nicht scharf markirt. Es treten zunächst zerstreute, punktförmige Niederschläge in der Grundsubstanz des Knorpels auf; dieselben werden immer dichter, und fliessen endlich mit der gleichförmig verkalkten Grundsubstanz zusammen. In der Nähe der Ossificationsgrenze erscheinen die Knorpelzellen noch unverändert, aber weiter davon entfernt in der schon längere Zeit verkalkten Substanz sind sie durch zahlreiche Ausläufer schön sternförmig gezeichnet und unterscheiden sich in nichts von den gewöhnlichen Knochenkörperchen. An den Faserknorpeln stellt sich im Allgemeinen auch mit vorschreitendem Alter keine Verknöcherung ein; eine Ausnahme macht nur der Giessbeckenknorpel des Hundes, der doch ossificiren kann.

Zu den rein faserigen Knorpeln gehören die Epiglottis, die Santorini'schen, die Wrisberg'schen und die des unconstanten Sesamoidealknorpel; als rein hyalin zählt man den Schild- und den Ringknorpel, das corpusculum triticeum auf; während endlich die Cartilago arytänoidea stellenweise hyalin, stellenweise faserig erscheint.

Der Epiglottisknorpel erscheint an seiner hinteren (untern) Fläche von zahlreichen Gruben und Lücken ausgehöhlt, welche oft auch durchgreifen, und dann meistens Gefässen und dünneren Nervenstämmen zum Durchtritte dienen. Die seichteren Gruben nehmen Fettzellen oder acinöse Drüsen in sich auf, welche letzteren sämmtlich der hinteren Fläche der Epiglottis angehören. Natürlich folgt das Perichondrium allen Vertiefungen und Löchern des Knorpelstückes. Die Epiglottis verknöchert nur bei Reptilien und Vögeln, bei welchen sie in innigerem Zusammenhange mit dem Schildknorpel steht.

Der Schildknorpel zeigt im Allgemeinen hyaline Structur, besitzt aber doch einige Stellen, an welchen auch Fasern zwischen den Knorpelzellen auftreten. Es gilt das zunächst von den Rändern, von welchen die elastischen Haftbänder zum Zungenbein und zur Cartilago cricoidea ausgehen. Aber noch mehr von der Vorderkante in der Höhe der wahren Stimmbänder, von welchen die äussersten Fasern weit in den Knorpel sich verlaufen, der dadurch gewissermassen in drei Abschnitte, einen medianen, zwischen den Stimmbändern gelegenen (lamina mediana, Halbertsma), und zwei laterale zerfällt. Beim neugebornen Kinde zeigt sich ein anderes Verhältniss, indem hier allerdings eine ähnliche Scheidung in drei Theile angedeutet ist, aber nur dadurch, dass die wie beim Erwachsenen dichter stehenden Knorpelzellen des Mittelstücks beiderseits in einer auswärts concaven Linie seltener, und gleichzeitig grösser

erscheinen. Eine wirkliche Dreitheilung des Schildknorpels kommt nur bei Vögeln vor. Endlich findet man auch mitten im Gewebe jüngerer Schildknorpel Faserzüge, und zwar theils für sich, theils als Träger von Gefässen.

Von den Wrisberg'schen Knorpeln ist es bekannt, dass sie zuweilen in drei und mehr rundliche Knoten zerfallen, welche theils über, theils nebeneinander gereiht sind. Dabei zerfährt das Perichondrium der einzelnen Knötchen in Strahlungen, die sich auf verschiedene Weise kreuzen, und so Räume zwischen sich fassen, in welche acinöse Drüsen eingesenkt sind.

Die Cartilago Santorini (corniculata) erscheint vom Giessbeckenknorpel nur durch einen Fortsatz des Perichondriums getrennt, der sich durch etwas grössere Weichheit und einzelne eingestreute Knorpelzellen von der übrigen Knorpelhaut auszeichnet. Sie erscheint gewöhnlich faserig, birgt aber zuweilen einen hyalinen Kern in der faserigen Rinde.

Vom Giessbeckenknorpel endlich zeigt der eigentliche Körper eine rein hyaline Struktur. Dieselbe geht aber häufig in den peripheren Theilen in eine faserige über, was für den processus vocalis und für die Spitze der Pyramide ausnahmslos gilt. Auffallend ist die Verknorpelung, welche beim Hunde von der Cart. arytänoidea aus in beide Stimmbänder weitergreifen kann. Dieselben schliessen in solchen Fällen bis ziemlich weit nach vorne eine Faserknorpellamelle in sich ein, die mit den verschmolzenen Santorinischen, Wrisbergschen und Giessbeckenknorpeln zusammenhängt.

Die Verbindungsweise der Knorpel unter einander wird, je nachdem Beweglichkeit mit allseitiger Verrückbarkeit, oder mit Fixirung bestimmter Unterstützungspunkte bezweckt ist, durch Bänder oder durch Gelenke bewerkstelligt. Erstere hängen allseitig mit den umgebenden Geweben zusammen. Sie enthalten vorwiegend elastisches Gewebe, weniger Bindegewebsfasern, und im kindlichen Alter besonders reichlich spindelförmige Zellen. In der Nähe ihrer Ansatzpunkte an den Knorpeln, schliessen sie meist auch Knorpelkörperchen in sich ein, welche gegen den Ansatzpunkt zu immer dichter werden und schliesslich in wirklichen Knorpel übergehen.

Gelenkige Verbindungen bestehen zwischen Ring- und Giessbeckenknorpel, ferner zwischen Ring- und Schildknorpel.

Die Oberflächen des Crico-arytänoidealgelenkes sind hyalin, und zeigen nur eine dichtere Anordnung der etwas kleineren Knorpelzellen, die mit ihrer Längsaxe zur Gelenksfläche parallel liegen. Die dem Ringknorpel angehörige Gelenksfläche nimmt peripher, d. h. dort wo sich die Kapsel an sie ansetzt, auch von dieser einige Fasern auf, welche in die Gelenksfläche ausstrahlen, sich aber gegen das Centrum derselben bald verlieren. Die Kapsel selbst enthält andererseits neben ihren Ansatzpunkten Knorpelkörperchen, die sich vom Knorpel aus in sie fortsetzen. Von hinten und aussen drängt sich in das Gelenk ein Zwischenstück ein, welches mit breiter Basis von der Kapsel ausgeht, und gegen die Höhle des Gelenkes zugeschärft endigt. Meist besteht es aus festem, straffem Fasergewebe, welches spärliche grosse Knorpelzellen

enthalt, ist aber nicht wie die übrige Innenfläche der Gelenkskapsel mit Epithel überzogen.

Die Kapsel der Articulatio cricothyreoidea besteht vorwiegend aus Bindegewebe, welches sich auf die Gelenksfläche des Ringknorpels fortsetzt und diese der ganzen Breite nach durchsetzt; das Kapselgewebe selbst ist von Knorpelzellen ganz durchsäet. Auch die Verstärkungsbänder dieses Gelenkes erscheinen verhältnissmässig arm an elastischem Gewebe.

Weichtheile.

Der Kehldeckel ist von einer Schleimhaut überzogen, welche sich besonders an der freien Spitze desselben durch ihre Dünnheit und noch dadurch auszeichnet, dass sie durch weniges straffes Bindegewebe an die Knorpelhaut fixirt ist; sie enthält zahlreiche elastische, längsverlaufende Fasern, und in ihren Maschenräumen zahlreiche, rundliche ein oder mehrkernige Körperchen, die besonders an den Seiten der Schleimhautgefässe und unmittelbar unter dem Epithel dichter angeordnet sind. Die freie Schleimhautfläche erscheint auf Durchschnitten der hintern Seite des Kehldeckels gegen das Epithel mit einer scharfen, geraden Linie abgesetzt, während Durchschnitte der Vorderseite desselben wellige Begrenzungscontouren zeigen, und nebstdem Papillen von 0.7—0.18 Millim. Länge in das Epithel schicken, von denen die stärkeren zuweilen in zwei und drei Spitzen auslaufen und schöne Gefässschlingen enthalten. Gegen den Kehlkopfeingang herab, erstarkt die Schleimhaut, trennt sich schärfer vom lockeren submucösen Gewebe, und erhält sich von da ab in einer Mächtigkeit von ungefähr 0.1—0.15 Millim. Nur am oberen Stimmbande erfährt sie zuweilen eine namhafte Verdickung.

Das Epithel besteht auf der vorderen Epiglottisfläche aus stark geschichteten Pflasterzellen, und wird 0.2—0.3 Millim. dick. Viel dünner ist es an der hinteren Fläche, nur 0.06—0.1 Millim. betragend, und zwar besteht die unterste Zellenschichte desselben aus zarten, pallisadenartig an einander gereihten Cylinderzellen, über welchen sich mehr rundliche, oder polygonal abgeplattete Zellen zu einem Stratum Malpighii zusammenstellen, bevor sie sich zur Hornschichte abplatten. Gegen den Epiglottiswulst zu strecken sich die cylindrischen Basalzellen, während die darüber liegenden Zellschichten entsprechend sich verringern, und endlich mit Zurücklassung der länger gewordenen Basalzellen ganz verschwinden, welche Basalzellen durch einen Flimmerbesatz von ungefähr 0.005 Millim.

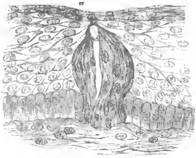


Fig. 124.

Fig. 124. Epithel der hinteren Kehldeckelfläche mit einem knospenförmigen Gebilde. a Querschnitt des centralen Canals.

Höhe sich zu Flimmerzellen umbilden. Zwischen den Basen der bewimperten Zellen treten nun viele rundliche, ovale Zellen auf, und die neue Epitheldecke kann so eine Höhe von 0.15 Millim. und darüber erreichen.

Der Uebergang der Epithelformation von der vorderen auf die hintere Epiglottisfläche findet so statt, dass das Pflasterepithel der vorderen noch den Rand des Kehldeckels überzieht und erst an der hinteren Fläche sich plötzlich verdünnt. Beim neugebornen Kinde ist die ganze hintere Epiglottisfläche von einem ungefähr 0.08—0.1 Millim. dicken Flimmerepithel überzogen.

Etwa im zweiten Viertel der hinteren Epiglottisfläche, wo also das Epithel sich in einem Uebergangsstadium zu Flimmerzellen befindet, treten zwischen den übrigen Epithelialzellen knospen- oder zuweilen pyramidenförmige Bildungen auf, welche sich mit ihrem Gipfel der Hornschichte nähern, und durch diese hindurch ein feines Canälchen, oft in spiraligen Windungen, oft gerade gestreckt, bis zur freien Oberfläche senden. Die Gebilde bestehen aus langgezogenen, mehr oder weniger breiten Epithelialzellen, welche meist mit breiterer Basis der Schleimhautfläche aufsitzen, ihr zugespitztes Ende der freien Oberfläche zukehren, und einen Canal umlagern, der sich am Gipfel der Knospen, hart unter der Hornschichte bedeutend verdünnt und in das früher genannte Canälchen mündet. Ob diese Gebilde Ausführungsgänge von acinösen Drüsen sind, konnte ich auf Durchschnitten nicht entscheiden.

Die Epithelzellen der Kehlkopfschleimhaut werden auf gewisse Reagentien ebenso zu Becherzellen umgewandelt, wie jene anderer Schleimhäute.

Das submucöse Gewebe ist an der Vorderseite des Kehldeckels reichlicher und loser angelegt als an der hinteren und lässt im Allgemeinen eine doppelte Faserrichtung unterscheiden.

Zunächst fallen Bündel auf, welche vorwiegend circulär den Kehlknorpel umgehen, und zwischen diesen längsverlaufende Fasern, welche gegen die Basis des Kehldeckels zu, allmälig über die ersteren das Uebergewicht gewinnen.

Beim Uebergange des Kehldeckels in die Zunge strahlt ein Theil der Längsfasern in diese selbst aus.

Die mittleren Bündel dieser Fasern sind rein elastisch, und heben die Schleimhaut zur Plicaglossoepiglottica hervor, seitlich vermischen sie sich wieder mit Bindegewebsfasern, welche lockerer stehen, und häufig zur Aufnahme von Fettzellen auseinanderweichen. Man vorfolgt mit Leichtigkeit diesen Zug von Längsfasern in die Tiefe bis zum Perichondrium des Kehldeckels, von welchem in gleicher Höhe das Lig. hyoepiglotticum seinen Ursprung nimmt, während es tiefer unten mit dem Lig. thyreoepiglotticum zusammenhängt. Tief in dem Gewebe verborgen trifft man auch einzelne Muskelfasern an, welche dem M. thyreo-ary-epiglotticus angehörend, vom Schildknorpel gegen die Seitenränder des Kehldeckels oder in die ary-epiglottische Falte ziehen. —

An der Rückseite des Kehldeckels wird nach unten zu das submucöse

Gewebe reichlicher und lockerer, so dass die lose angeheftete Schleimhaut, entsprechend der unteren Spitze des Knorpels, wulstförmig hervorragt. Reichlich treten hier Fettzellen und acinöse Drüsen auf in Aggregaten von etwa 1 Millim. Durchmesser, deren Ausführungsgänge ziemlich gerade zur Schleimhautoberfläche verlaufen. Während nämlich am freien Ende des Kehldeckels nach oben acinöse Drüsen spärlich oder gar nicht vorkommen, treten sie nach unten zu, in einzelnen kleinen Aggregaten auf, welche sich seitlich um die Mittelrippe des Kehlknorpels anordnen, in dessen Lücken sie häufig eingebettet erscheinen. Allmählig werden aber bis zum Epiglottiswulst herab die Aggregate häufiger, grösser und dabei strecken sich ihre Ausführungsgänge bis zur Durchbohrung des Epithels gerade, während dieselben höher oben nur bis zum Epithel gerade verliefen, hier rechtwinckelig umbogen, nach kürzerem oder längerem Verlaufe wieder in die Epitheldecke einbiegen, um, wie ich nur vermuthen aber durch den direkten Zusammenhang nicht erweisen konnte, in die schon beschriebenen knospenartigen Gebilde überzugehen.

Die acinösen Drüsen des Kehlkopfes lassen wie überall eine strukturlose Haut und, dieser aufsitzend, ein Epithel unterscheiden, dessen Zellen die Form abgestutzter Kegel mit aufsitzender breiter Basis darbieten. Ihre Ausführungsgänge sind von einer Schichte Cylinderzellen ausgekleidet, welche jedoch am Epiglottiswulst und an der unteren Seite des falschen Stimmbandes zuweilen einen Flimmerbesatz annehmen. Solche Ausführungsgänge zeichnen sich besonders durch die Grösse ihres Durchmessers aus, der in einzelnen Fällen bis 0.3 Millim. betragen kann. Es gelingt da nicht selten, die strukturlose Haut des Ausführungsganges zu isoliren, und man entdeckt dann an ihr aufliegende grosse sternförmige Bindegewebskörperchen, welche dieselbe mit ihren Fortsätzen umspinnen.

An der hinteren Epiglottisfläche des Hundes sind die Ausführungsgänge der acinösen Drüsen zuweilen von einer zweifachen Schichte cuboider Zellen ausgekleidet.

An den ary-epiglottischen Falten folgen die Züge des submucösen Gewebes der Richtung der Falte selbst, und umhüllen so die Bündel des M. thyreo-ary-epiglotticus, welche um die Cart. corniculata derselben Seite umbiegend, in diese Falten ausstrahlen, und an der äusseren Seite derselben sich haltend, theils in dieser selbst endigen, theils bis zum Seitenrande der Epiglottis hinaufziehen, um sich an deren Perichondrium zu inseriren. Die Endigungsweise der ungefähr 0.03—0.05 Millim. breiten, quergestreiften Muskelfasern ist derart, dass sich das Sarkolemma zu einem Faden verdünnt, der sich mit oder ohne kernige Anschwellungen in das umgebende Bindegewebe oder zwischen die Fasern des Perichondriums verliert.

Nahe den Wrisberg'schen Knorpelkernen werden die bindegewebigen Züge des submucösen Gewebes unregelmässig, kreuzen und durchflechten sich mit den Ausstrahlungen der Wrisberg'schen Knorpelhaut, und bilden so zahl-

reiche Lücken zur Aufnahme acinöser Drüsen, die hier besonders angehäuft erscheinen, so dass sie die Schleimhaut selbst hervorwölben.

Bei Schaf, Schwein, Katze u. A. liegen an der Eingangsfalte des Kehlkopfes, Lymphfollikel in die Schleimhaut eingetragen.

Im weiteren Verlaufe faltet sich die Schleimhaut zum wulstigen oberen (falschen) Stimmband, das mit abgerundetem Rande ziemlich schlaff herabhängt, und setzt sich dann nach unten als Auskleidung des Ventriculus Morgagni fort. Bei ihrer Faltung zum sogenannten oberen Stimmbande zieht aber die von Lymphkörperchen durchsetzte Schleimhaut einen Theil der darunter liegenden stark elastischen Schichte (Faserhaut), deren Richtung nun rein longitudinell verläuft, in die Faltung mit ein, so dass sich auch diese gewissermaassen zu einer Duplicatur zusammenlegt. Ausserdem flechten sich durch dieselbe in grösserer Menge auch horizontal verlaufende, elastische Fasern, welche vom Winkel des Schildknorpels ausgehen, nach hinten aber auseinanderfahren, um theils in sagittaler Richtung zu endigen, theils nach unten umzubiegen, indem sie den hinteren Winkel des Morgagni'schen Ventrikels umgreifen. Ein Lig. thyreoarytaenoideum sup. lässt sich also für sich nicht darstellen. Man findet weder eine ausschliessliche Richtung der Fasern, noch dieselben zu einer Bandmasse vereinigt, und ein Schnitt, der senkrecht auf das obere Stimmband fällt, zeigt vielmehr nur unregelmässige, elastische Züge mit Beimischung von Bindegewebe, welche bald auseinanderfahren, bald wieder sich vereinigen. Es entstehen so grosse Lücken, in welchen Haufen von Fettzellen und ansehnliche Drüsenagglomerate eingebettet liegen. Sowohl nach oben als nach unten setzen sich aber einzelne Bündel fort, und gehen direkt in die longitudinelle Faserschichte des Kehlkopfes über.

Beim Hunde erscheint das elastische Gewebe des oberen Stimmbandes nicht selten verknorpelt, wobei der Prozess vom Giessbeckenknorpel nach vorne zu vorschreitet. Es ist hier auch die horizontale Faserung viel ausgeprägter und wird jenes Bündel, welches beim Menschen am hinteren Winkel des Morgagni'chen Ventrikels nach unten umbiegt, ganz selbständig, so dass es von Schleimhaut überzogen, stark vorragt und den Anschein gibt, als inserire sich das obere Stimmband in den Grund des Morgagni'schen Ventrikels. Hat die erwähnte Verknorpelung stattgefunden, so liegen die Drüsen grösstentheils hinter dem Knorpel und ergiessen sich durch denselben in den Ventrikel.

Einzelne kleinere Bündelchen des M. thyreoarytaenoideus ext. schieben sich beim Menschen zuweilen auch in das obere Stimmband ein, und erscheinen dann als selbständige Muskel (M. Santorini).

An den Rändern der ary-epiglottischen Falten, in ihrer ganzen Ausdehnung, besteht das Epithel aus geschichteten Pflasterzellen, welche sich auch an den einanderzusehenden Flächen der Giessbeckenknorpel bis zum unteren Stimmbande fortsetzen. Bei Thieren treibt die Schleimhaut in dasselbe papillenartige Fortsätze, welche sich beim Menschen auf jene Hervorragungen der Schleimhaut beschränken, die durch die Cart. corniculatae bewirkt werden; solche messen zuweilen 0.35 Millim. in der Höhe, 0.1 in der Breite. Dagegen

sind die oberen Stimmbänder, und beim Menschen auch die Wände des Ventriculus Morgagni mit demselben Flimmerepithel überzogen, welches schon an der Basis des Kehldeckels aufgetreten war. Die Drüsen zerfallen im Ventrikel zu viel kleineren Aggregaten, welche alle mit besonderem, geradeverlaufenden Ausführungsgange münden, ebenso wie dieses an den einander zugekehrten Flächen der Giessbeckenknorpel statt hat.

Im wahren Stimmbande, und ganz besonders an der Kante desselben, erfährt das dünne, elastische Gewebe, welches im Ventriculus Morgagni die Schleimhaut vom Knorpel trennte, eine sehr namhafte Verstärkung durch ein prismatisches, compactes Band (Lig. thyreoarytaen. inf.), dessen Hauptzüge vom Winkel des Schildknorpels unter dessen Incisur entspringend, gegen den Giessbeckenknorpel zu verlaufen.

Die Fasern dieses Bandes erscheinen nur in ihrer vorderen Partie zu einem einzigen Strange zusammengedrängt; nach hinten dagegen theilen sie sich unter spitzem Winkel in mehrere Bündel, welche verschiedene Insertionspuncte aufsuchen. Eines derselben wendet sich am hinteren Winkel des Ventrikels nach oben, und strebt so einer Partie des Lig. thyreoarytaenoideum sup. entgegen, mit der es sich verfilzt. Das zweite, stärkste, dringt mit einer Portion in den Faserknorpel des processus vocalis ein, mit einer andern setzt er sich höher oben an der Spina inf. des Giessbeckenknorpels an, und deckt so den processus vocalis. Ein drittes endlich, der Lage nach am tiefsten, zerfährt in der Nähe des Stimmfortsatzes in 5 oder 6 schwächere Züge, welche in kurzen Zwischenräumen sich an der medialen Fläche des Giessbeckenknorpels, an der inneren Seite der Kapsel des Cricoarytaenoidealgelenkes, und selbst am oberen Rande der lamina cricoidea fortsetzen. Sie sind durch senkrecht verlaufende Bindegewebszüge von einander getrennt, welche von der Umgebung der Cart. corniculatae herstammen.

Alle diese elastischen Bündel vereinigen sich, wie bemerkt, nach vorne zu einem compakteren und daher dünneren Strange, der sich eine Strecke in den Schildknorpel selbst fortsetzt. Gleich nach seinem Austritte vom Schildknorpel, verdickt sich aber das Lig. thyreoarytaenoideum inf. zu einer rundlichen Anschwellung, welche an feinen Durchschnitten als eine dichte Verfilzung elastischer Fasern erscheint. Auch am Neugebornen ist diese Verdickung leichter kennbar; die Hauptmasse derselben besteht hier jedoch nicht so sehr aus elastischen Fasern, als vielmehr aus rundlichen und spindelförmigen Zellen, die immer noch in die Länge auswachsen. Eine Verknorpelung habe ich an dieser Stelle nie gesehen.

Wie das nach abwärts umbiegende Bündel des Lig. thyreoarytaenoideum sup. ist auch das aufwärtsstrebende des inf. beim Hunde besonders stark ausgeprägt, so dass es zuweilen die Schleimhaut selbständig hervorwölbt. Ferner sei erwähnt, dass die Abgrenzung zwischen dem eigentlichen Stimmbande und dem M. thyreoarytaenoideus int., beim Menschen eine viel strengere ist als bei Thieren.

Die vorspringende Kante des wahren Stimmbandes ist beim Menschen

von einem ungefähr 0.1 dicken Pflasterepithel überzogen, welches sowohl gegen den MORGAGNI'schen Ventrikel, als die Trachea zu, ziemlich plötzlich in das gewöhnliche Flimmerepithel übergeht, und andererseits nach hinten, mit dem Pflasterepithel, welches die ary-epiglottischen Falten überzieht, zusammenhängt. Das Pflasterepithel der Stimmbänder ist ausserdem von mächtigen Papillen durchsetzt, welche an ihrer Basis über 0.03 Millim. breit, in dasselbe 0.05—0.06 Millim. weit vorragen.

Unterhalb der Glottis verdünnt sich allmählig die Epithelschichte bis zur Trachea herab und ebenso die Schleimhaut. Das submucöse Gewebe dagegen verstärkt sich an der vorderen Fläche des Kehlkopfes durch Ausstrahlungen der Membrana cricothyreoidea, und gewinnt in demselben Maasse Raum, als sich nach unten der prismatische Muskelbauch des Thyreoarytaenoideus int. von der Schleimhaut zurückzieht. Gleichzeitig schliesst es zahlreiche Drüsen ein, welche eine auffallend seitliche Abplattung zeigen, indem sie sich weit mehr der Fläche als der Tiefe nach ausbreiten. Im Bereiche des Ringknorpels häufen sich die Drüsen besonders an der hinteren Fläche des Kehlkopfes an, wo auch das submucöse Gewebe eine entsprechende Bereicherung erfährt.

Die Gefässe des Kehlkopfes bieten nichts Eigenthümliches dar. Die stärkeren Aeste derselben halten sich an dem knorpeligen Gerüste, oder verlaufen doch tief in den Weichtheilen. Die dünneren Verästelungen ziehen gegen die Schleimhaut und lösen sich in derselben zu einem feinen Netzwerke auf.

Ebensowenig ergeben sich charakteristische Merkmale für die Nerven, von denen nur der Reichthum auffallend ist. Man kann dünnere und stärkere Stämme bis in die Schleimhaut verfolgen; deren eigentliche Endigung ist aber noch ziemlich unbekannt. Nur die Muskeläste des Laryngeus sup. und des Recurrens erscheinen vor ihrer Verzweigung in die Muskeln mit zahlreichen Ganglienzellen besetzt. Nach LUSCHKA geschieht die wahre Endigung der Nerven mittelst birnenförmiger oder ovaler 0.0035 Millim. breiter Körperchen, zu welchen je ein feiner Axencylinder tritt, und in denselben meist aufgetrieben endiget.

B. Trachea.

Das Gerüste der Trachea wird durch 15—20 unvollständige Knorpelringe hergestellt, welche am hinteren Ende offen, ungefähr die Form eines Hufeisens wiedergeben. Abweichungen von dieser Form kommen in so ferne vor, als besonders am oberen und unteren Ende der Trachea die Knorpelringe häufig Aeste nach oben und unten schicken, die sich mannichfaltig mit den Nachbarringen verschmelzen; die Scheidung der einzelnen Ringe von einander kann dadurch wesentlich erschwert werden.

Zwischen den offenen Enden der Knorpelringe finden sich in seltenen Fällen Knorpelkerne eingestreut, welche ebenso wie jene eine hyaline Structur zeigen. Solche finden sich zuweilen auch bei Thieren vor.

Bei Hund, Katze, Schaf etc. stellen die Knorpelringe der Trachea vollständigere Kreissegmente als beim Menschen dar. Sie sind sich im Ruhezustand fast bis zur Berührung genähert und legen sich bei Contraction der Muskelhaut der Trachea über einander, so dass sie die Schleimhaut in Form einer longitudinellen, 3—4 Linien breiten Falte in die Lichtung der Trachea vortreiben.

Vom unteren Rande des Ringknorpels zum ersten Knorpelringe der Trachea, sowie im weiteren Verlaufe zwischen je zwei Ringen der Trachea laufen starke elastische und Bindegewebszüge, welche das Gerüste zusammenhalten. Vom unteren Rande der einzelnen Ringe strahlen übrigens eben solche auch reichlich in das submucöse Gewebe aus.

Das Innere der Trachea ist von einer 0.13—0.15 Millim. dicken Schleimhaut ausgekleidet, welche durch ihren besonderen Reichthum an längsverlaufenden elastischen Fasernetzen ausgezeichnet ist. Zu innerst erscheint sie zuweilen in einer dünnen Schichte hyalin, was zur Annahme einer besonderen Basalmembran geführt hat, und darauf endlich liegt eine Epitheldecke von Flimmerzellen, deren Höhe 0.06—0.075 Millim. beträgt.

Wie die Schleimhaut, zeigt auch das darunterliegende submucöse Gewebe eine vorwiegende Längsfaserung, und wird dasselbe von Bindegewebe constituirt, welches je mehr nach aussen, desto reicher an elastischen Fasern wird. Im hinteren knorpelfreien Theile der Trachea liegt unter der Schleimhaut eine 0.8—1.2 Millim. dicke, transversale Schichte organischer Muskelfasern, welche zwischen den vorderen Flächen der Knorpelenden ausgespannt sind. Dieselben gehen mit zarten, dünnen Sehnen in das Perichondrium der Knorpelringe über, oder, was seltener der Fall ist, sie verlieren sich in die Schleimhaut selbst.

Diese Muskelschichte erscheint durch stärkere, bindegewebige Einschübe in Absätzen unterbrochen, von welchen meist mehrere einem Knorpelringe entsprechen; mit den bindegewebigen Scheidewänden ziehen Gefässe und Nerven, welche die Schleimhaut von hinten her versorgen. Der äusseren Seite der Muskelschichte liegen ausserdem nicht selten noch kürzere, longitudinale Muskelbündel auf, welche an den Scheidewänden der transversalen Schichte Ursprung und Ende nehmen, so dass sie wie Klammern in die transversale Muskelschichte eingreifen. Zu äusserst folgt endlich eine Lage längsverlaufenden Bindegewebes (Faserhaut).

Aehnliche und noch viel stärkere longitudinale Muskelbündel kommen auch an der Trachea von Hund und Katze vor. Contrahiren sich dieselben, so legen sich die Knorpelringe dachziegelartig über einander, so dass an Horizontalschnitten zwei aufeinander folgende Ringe gleichzeitig getroffen werden. Der Schnitt zeigt dann zwei concentrische Knorpelstreifen, die durch elastisches Gewebe von einander getrennt sind.

Bei denselben Thieren, sowie auch bei Kaninchen, Schaf u. A. bietet auch die transversale Muskelschichte eine Eigenthümlichkeit dar, indem sie weit über die Enden der Knorpelringe hinausreicht, und sich an der äusseren Fläche derselben inserirt. Sie umgreift fast ein Drittel des ganzen Ringes und kann sich so mächtig contrahiren, dass die offenen Ringenden sich weit übereinanderlegen und selbst an ihren Enden einknicken.

Die Trachea ist reichlich mit acinösen Drüsen ausgestattet, welche an ihren vorderen und seitlichen Partien eine zusammenhängende Schichte darstellen, die selbst auf der stärksten Convexität der Knorpelringe nicht unterbrochen erscheint. An der hinteren knorpelfreien Fläche bilden sie sogar mehrere Schichten, indem die einen zwischen Schleim- und Muskelhaut, andere in der Muskelhaut selbst, und andere endlich hinter derselben gelagert sind, so dass sie mit ihren, gerade zur Oberfläche ziehenden Ausführungsgängen die Muskelschichte durchbohren.

Die Gefässe bilden ähnliche oberflächliche Netze in der Schleimhaut der Trachea, wie in jener des Kehlkopfes.

Die Endigungsweise der Nerven ist noch nicht näher bekannt. In der hinteren Faserhaut bieten sie ansehnliche, gangliöse Anschwellungen von rundlich oblonger Form dar, welche mit dem grössten Durchmesser der Längsaxe parallel liegen. Ihr Breitendurchmesser beträgt bis 0.2 Millim., ihr Längsdurchmesser das Zwei- und Dreifache davon.

Literatur.

Meckel. Anatomie VI. — C. Mayer in Merkel's Archiv 1826. Henle, Anatomie des Kehlkopfes; Anat. II. Bd. — Rheiner. Beiträge zur Histologie des Kehlkopfes. Diss. 1852, und in Würzburger Verhandlungen III. — Luschka. Zeitschrift für rat. Med. III. Reihe. XI. Reitz. Künstliche Erzeugung von croupöser Pneumonie. Akad. der Wissensch. zu Wien, Bd. LV, Abth. II. — Verson. Beiträge zur Kenntniss des Kehlkopfes und der Trachea. Akad. der Wissensch. zu Wien LVII. Bd. I. Abth. — Luschka. Die Schleimhaut des Cavum laryngis. Arch. für mikroskop. Anat. V. Bd. I. Hft.

Capitel XX.

Die Lungen.

Von

Franz Eilhard Schulze.

I. Die Lungen der Säugethiere.

Von dem in jede Lunge eintretenden freien Luftröhrenaste, bronchus, aus entwickelt sich ein die ganze Lunge durchsetzendes, baumartig verästeltes System solid- und glattwandiger Röhren, der Bronchien. Aus dem einfachen Stamme entsteht zunächst durch spitzwinklig dichotomische Endtheilung eine Menge divergirender Aeste, welche, nachdem sie bei jeder neuen Verzweigung enger werdend, ein gewisses Kaliber (beim Menschen etwa 4 Millim. Durchmesser) erreicht haben, die dichotomische Theilung fast gänzlich aufgeben, und sich gradlinig mit stetig abnehmendem Lumen bis in die Nähe der Lungenoberfläche fortsetzen, dabei aber seitlich in spiraliger Anordnung kleinere ebenfalls grade verlaufende Seitenäste unter einem Winkel von 45° abgeben. Die von diesen letzteren in ähnlicher Anordnung entspringenden Seitenzweige verästeln sich wieder mit dichotomischer, nun aber fast rechtwinkliger Endtheilung. Dadurch, sowie durch den Umstand, dass gewöhnlich der eine Theilungsast nahezu in der Richtung des sich theilenden Stammes fortläuft, und die Theilungen meist in rechtwinklig zu einander stehenden Ebenen erfolgen, entsteht ein eigenthümlich zickzackförmiger Verlauf dieser kleinsten Bronchien, welche schliesslich mit einem Durchmesser von 0.3 bis 0.2 Millim. (unter 0.1 Millim. geht auch bei den kleinsten Säugern, Maus, Fledermaus etc. der Bronchiendurchmesser nicht herab) in die respirirenden Hohlräume übergehen. Diese stellen ebenfalls rundliche Gänge dar, welche unter zwei- bis viermaliger, spitzwinklig-dichotomischer Theilung auf eine Entfernung von 2—4 Millim. von jedem Bronchienende aus sich verzweigend mit kleinen, meistens trichterförmig sich erweiternden Endausläufern und ähnlich gestalteten, kurzen, seitlichen Aestchen — beide wegen des verhält-

nissmässig engen Einganges und weiten Grundes infundibula genannt — blind[1] endigen. Dabei besitzen diese Gänge aber nicht wie die Bronchien gleichmässig dicke, solide Röhrenwandungen, sondern sie sind von zahlreichen, seitlich aneinanderstossenden, in das Lumen des Ganges öffnenden, kleinen, polyedrischen Hohlzellen mit abgerundeten Kanten und Ecken, den Alveolen, sowohl ringsum, als auch in den seitlichen und terminalen Endausläufern den infundibulis, so dicht besetzt, dass ihre Begrenzung nur zum geringsten Theile durch die freien, schmalen Ränder der Alveolensepta, zum bei weitem grössten Theile durch die Alveolenwandungen selbst gebildet wird. Ich werde sie deshalb Alveolengänge[2] nennen.

Das Lumen dieser Gänge, soweit es durch die freien Ränder der Alveo-

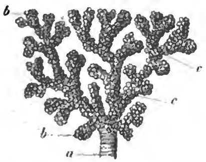


Fig. 125. Alveolengangsystem mit infundibulis aus dem Lungenrande eines Affen, (Cercopithecus); mit Quecksilber gefüllt. Vergr. $^{10}/_{1}$. *a* Bronchialendzweig. *bb* Infundibula. *cc* Alveolengänge.

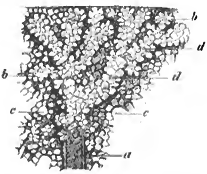


Fig. 126. Schnitt aus einer mit Alkohol gefüllten und erhärteten Katzenlunge. Vergr. $^{12}/_{1}$. *a* Bronchialendzweig. *bb* Infundibula. *cc* Querschnitte von Alveolengängen. *dd* Längsschnitte von Alveolengängen.

lensepta angedeutet ist, beträgt beim erwachsenen Menschen 0.4—0.2 Millim., bei Säugethieren mittlerer Grösse, Schweine, Hund, Katze 0.2—0.15; bei der Ratte etwa 0.1; bei der Maus und Fledermaus (Plecotus auritus) 0.1 bis 0.06 Millim. Die Hauptstämme sind stets etwas weiter als die Theilungsäste. Auch nimmt die Weite mit dem steigenden Alter, wenigtens beim Menschen zu.

Die Alveolen selbst, welche auf dem Querschnitte eines Ganges oder infun-

1) Netzartige, offene Communication benachbarter Luftgänge wurde zuerst von Bourgery (Gazette des hopitaux. Juillet. 1842), später von Adriani (De subtil. structura pulmonum 1847), Williams (in Todd's Cyclopaedia of anat. and physiol. Vol. V.) und Anderen fälschlich behauptet.

2) Intralobular bronchial ramifications (Addison); lobular passages (Todd); intercellular passages (Rainey). Während nach den bekannteren deutschen Lehrbüchern die infundibula direkt den letzten Enden der Bronchialzweige aufsitzen sollen, finden sich ähnliche Darstellungen vom Bau des Lungenparenchymes, wie ich sie hier nach eigenen Untersuchungen gebe, schon bei Lereboullet (Anatomie comparée de l'appareil respiratoire 1838); Addison (Philosophical Transactions 1842); Rossignol (Recherches sur la structure intime du poumon 1846); le Fort (Recherches sur l'Anatomie du poumon chez l'homme 1859); auch (abgesehen von der dort behaupteten, offenen, netzartigen Verbindung der Gänge) in den von Williams geschriebenen Artikel, Organs of respiration in Todd's Cyclopaedia of anat. and phys. Vol. V, 1859, und bei einigen anderen englischen Autoren.

dibulum zu 4—8 in radiärer Stellung angetroffen werden, sind beim neugeborenen Säugethier im Allgemeinen halbkuglig geformt, und werden erst später durch den gegenseitigen Druck mehr polyedrisch. Sie sind am flachsten und durch ziemlich breite Septa geschieden in den als direkte Fortsetzung der feinsten Bronchialzweige beschriebenen Anfangstheilen jedes einzelnen Alveolengangsystemes, am tiefsten und nur durch schmale Septa getrennt in den letzten Ausläufern, den infundibulis, und zwar vornehmlich am Grunde derselben. Bei Alveolen mittlerer Tiefe stimmen Tiefen- und Breitendurchmesser etwa überein. Die nach den Regionen des Alveolengangsystemes weniger wechselnde Alveolenbreite nimmt mit dem Alter des Individuums stetig zu, während die Tiefe im höheren Alter abnimmt. Beim Menschen beträgt der Alveolendurchmesser in den mittleren Jahren durchschnittlich 0.15 Millim., gleich nach der Geburt ist er 0.10—0.08 Millim., im Greisenalter (nach Messungen an einer 60jährigen Frau) die Breite 0.25—0.4, die Tiefe 0.1—0.2 Millim. Aehnliche Dimensionen wie beim Menschen zeigen die Alveolen der grösseren Haussäugethiere, dagegen nimmt der Durchmesser bei kleineren Thieren bedeutend ab. Ich fand im Durchschnitt die Alveolenbreite beim Kaninchen 0.05, bei der Ratte 0.04, bei der Maus und Fledermaus 0.03—0.02 Millim. Etwas enger als die Alveolendurchmesser erscheinen überall die gewöhnlich 4—6seitigen, an den Ecken stark abgerundeten Alveolenmündungen, einmal wegen der radiären Anordnung der Luftzellen, dann aber auch wegen einer wenngleich geringen Verdickung der freien Ränder der Alveolensepta.

Bei der Beschreibung der Texturverhältnisse wird es zweckmässig sein, die zur Luft**leitung** bestimmten Bronchien von dem wesentlich aus Alveolen bestehenden Lungenparenchyme, welches dem Gaswechsel zwischen Blut und Luft direkt dient, zu trennen.

Die **Bronchien** der Säugethiere stimmen hinsichtlich des histiologischen Baues insoferne auffallend überein, als die Röhren gleichen Kalibers im Allgemeinen auch gleiche oder sehr ähnliche Textur zeigen; dagegen unterscheiden sie sich nicht unerheblich nach der absoluten Grösse.

An den grösseren Bronchien bis zu 1 Millim. Durchmesser herab, die wir zunächst für sich beschreiben wollen, kann man, abgesehen von der zur Verbindung mit den umliegenden Theilen (Gefässe, Lymphdrüsen, Nerven, Alveolengewebe) dienenden, aus lockerem faserigen Bindegewebe in wechselnder Menge bestehenden Adventitia, welche hie und da auch Fetttränbchen enthält, im Allgemeinen vier durch eigenthümliche Gewebsformation charakterisirte Schichten unterscheiden. Die äusserste derselben, welche mehr als die Hälfte der ganzen Wanddicke ausmacht, ist die hauptsächlich aus derbem faserigen Bindegewebe und eingelagerten Knorpelplatten gebildete **äussere Faserschicht**. Die für die Festigkeit und Elasticität der Bronchien besonders wichtigen Knorpel behalten in den ersten Bronchialzweigen noch wie in den freien bronchi die Form platter Halbringe, bilden indessen nicht mehr wie

dort eine hinten häutig geschlossene Halbrinne, sondern formiren, allseitig vertheilt, ein eigentliches Röhrengerüst.

Aus diesen mit ihren scharfen Kanten fast aneinanderstossenden, bei manchen Thieren, z. B. beim Schweine sogar sich etwas übereinanderschiebenden Halbringen werden beim Menschen sehr bald, bei grösseren Thieren (Pferd, Kuh) erst nach einigen Bronchialverästelungen unregelmässig eckige, mit kurzen Fortsätzen versehene Platten, welche, regellos vertheilt, allmählig kleiner werden und weiter auseinanderrücken, bis sie endlich nur noch ganz vereinzelt, besonders an den Theilungswinkeln als zarte Scheibchen oder Spangen auftreten und bei den Bronchialzweigen unter 1.5—1 Millim. Durchmesser ganz verschwinden. Bei sehr kleinen Säugethieren (Hausmaus und einige Fledermäuse, z. B. Vesperugo Pipistrellus), deren grösste Bronchien diesen Durchmesser kaum erreichen, können daher die Knorpel in der Lunge vollständig fehlen.

Eine eigenthümliche Structur erhalten die Bronchialknorpel durch folgende besondere Anordnung der in der hyalinen Grundsubstanz reichlich enthaltenen Zellen. Während in der ganzen Rindenschicht einer Knorpelplatte die hier flach kuchenförmig gestalteten Zellen mit den breiten Flächen parallel der Oberfläche gelagert sind, ordnen sich nach innen zu die dort mehr rundlichen Zellen (oft noch durch die sogenannten secundären Knorpelkapseln zu länglichen Haufen vereint) in senkrecht zur Oberfläche stehenden Reihen, sodass also, wenn wir speciell die feste Knorpelgrundsubstanz berücksichtigen, die parallel den Endflächen geschichteten beiden Rindenlagen durch querlaufende Strebebalken verbunden erscheinen.

Das faserige Grundgewebe, welches da, wo Knorpelstücke eingelagert sind, für diese ein Perichondrium darstellt, besteht aus derben Längszügen parallelfaserigen Bindegewebes, zwischen welchen dünnere, circuläre Lagen desselben Gewebes durchlaufen, ja selbst hie und da (besonders in den äusseren Partien der ganzen Schicht) mit jenen in regulärer Folge schichtartig abwechseln. Es ist durchzogen von längsgerichteten Netzen feiner elastischer Fasern, welche da derber und reicher werden, wo sie von dem scharfen Rande eines Knorpels zu dem des nächstfolgenden ziehen, beide in der Richtung der Längsaxe des Bronchialzweiges verbindend. Während man in dem äusseren Theile dieser Faserschicht mehr oder minder reichlich Fettträubchen eingesprengt sieht, finden sich in dem inneren Theile Schleimdrüsen in mit dem Kaliber des Rohres abnehmender Anzahl und Grösse. Dieselben liegen bei den grösseren Bronchien sowohl in den nur aus Fasergewebe gebildeten Knorpelinterstitien, wo sie ohne in ihrer Ausdehnung behindert zu sein, beträchtliche Grösse erreichen können und oft weit in die äussere Lage der ganzen Schicht vorragen, als auch an der Innenseite der Knorpelplatten selbst, wo sie im allseitigen Wachsthum beschränkt, gewöhnlich platt-kuchenförmige Gestalt annehmen. In den kleineren Bronchialzweigen trifft man sie nur noch zwischen den Knorpeln. Mit der zunehmenden Verästelung der Bronchien immer selte-

ner und kleiner werdend, hören sie endlich zugleich mit den Knorpeln gänzlich auf. Von jeder dieser Drüsen führt ein mit Cylinderepithel ausgekleideter, grader Ausführungsgang, welcher — besonders bei Individuen höheren Alters — an einer oder der anderen Stelle eine ampullenartige Erweiterung zeigen kann, durch die inneren Schichten der Bronchienwand hindurch bis zur freien Innenfläche des Bronchialrohres, wo er trompetenartig mündet.

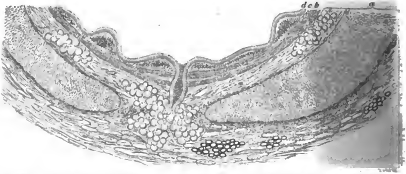


Fig. 127. Theil eines Querschnittes von einem 6 Millim. dicken Bronchialzweig eines Mannes. Vergr. $^{30}/_{1}$. *a* äussere Faserschicht; *b* Muskelschicht; *c* innere Faserschicht mit der hyalinen Grenzschicht; *d* Epithellage.

Auf die äussere Faserschicht folgt die aus derben ringförmigen Zügen glatter Muskulatur bestehende Muskellage. Wenngleich diese Schicht wegen des rundlichen Querschnittes der einzelnen circulären Muskelzüge nicht als ein Rohr mit glatten, gleichlaufenden Wandungen beschrieben werden kann, so legen sich doch die Muskelbalken so dicht aneinander und sind so vielfach netzartig verbunden, dass eine im Ganzen continuirliche Lage hergestellt wird. Die Dicke derselben richtet sich im Allgemeinen nach der Weite des Bronchialzweiges. Sie beträgt an knorpelfreien Stellen in den grössten Bronchien des Pferdes circa 0.5 Millim., des Menschen 0.3, des Hundes 0.2—0.1, der Ratte 0.005 Millim., bei menschlichen Bronchien von 4 Millim. Durchmesser 0.1 Millim., bei solchen von 2 Millim. Durchmesser nur 0.05 Millim. Unter den Knorpeln sind die Muskelzüge gewöhnlich schwächer.

Im Gegensatze zu den beiden bisher besprochenen Schichten, welche auf dem Bronchiendurchschnitte ziemlich gleichmässig dicke Ringzonen darstellen, zeigt die nächstfolgende, die innere Faserschicht bei derselben Ansicht eine regelmässige Abwechselung breiter und ganz dünner Partien mit wellenförmigem Verlaufe der Innengrenzlinie. Es rührt dies her von 14—20 in das Bronchiallumen leistenartig vorspringenden, längslaufenden Erhebungen, deren Höhe zwar der Hauptsache nach von der, wieder zum Kaliber des Rohres im Verhältniss stehenden, Entwicklung der ganzen Schicht, daneben aber auch von dem jedesmaligen Ausdehnungsgrade der in ihrer Weite bekanntlich etwas

veränderlichen Bronchien abhängig ist. Als wesentlichste und charakteristische Bestandtheile dieser Schicht treten starke, elastische Längsfasern auf, welche jedoch keine gleichmässig dicke Ringlage bilden sondern zu Bündeln in die Längsfalten zusammengedrängt zu sein pflegen. Das Stroma wird auch durch ein lockeres Bindegewebe mit zarten, ebenfalls vorwiegend längsgerichteten Fasern gebildet, welches sich an der Innenseite zu einer hyalinen Grenzschicht verdichtet. Auf dieser letzteren, der sogenannten Basalmembran steht das alle Bronchien der bisher berücksichtigten Weite auskleidende Flimmercylinderepithel.

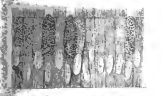


Fig. 128. Epithel eines 4 Millim. starken Bronchialzweiges vom Hunde, frisch. Vergr. 320.

Zwischen den mit nach dem Ausgange zuschlagenden Wimpern mittlerer Länge besetzten cylindrischen Flimmerzellen, welche in den grösseren Bronchien beim Menschen eine Länge von circa 0.08 Millim. haben, in den kleineren etwas niedriger sind, stehen ziemlich gleichmässig vertheilt, in reichlicher Anzahl die erst kürzlich von mir genauer bebeschriebenen[1] Becherzellen, aus deren oberer rundlicher Oeffnung man bei sehr sorgfältiger Untersuchung ganz frischer Theile kleine Ballen der die ganze Theca erfüllenden, mit stark lichtbrechenden Körnchen reichlich durchsetzten schleimartigen Masse hervorragen und zuweilen sich ablösen sieht. Ausserdem finden sich zwischen den häufig verschmälerten oder ausgebuchteten unteren Enden der Cylinderzellen hie und da unregelmössig rundliche oder uncharakteristisch geformte, scheinbar membranlose, also wahrscheinlich junge, zum Nachrücken bestimmte zellige Elemente.

Der Hauptunterschied zwischen den bisher betrachteten grösseren und den jetzt zu beschreibenden, unter 1 Millim. breiten Bronchien liegt im Bau der äusseren Faserschicht. Auch abgesehen von dem gänzlichen Mangel der Knorpel und der Schleimdrüsen erfährt dieselbe bei den kleinsten Bronchien eine so bedeutende Verschmälerung, dass ihre Dicke in menschlichen Bronchien von 0.4 Millim. Durchmesser nur 0.02 Millim. beträgt, und gegen das letzte Ende hin fast gänzlich schwindet. Gebildet wird die äussere Faserschicht hier aus längsgerichteten Bindegewebsfaserzügen mit eingelagerten feinen, elastischen Längsfasern. Die darauf folgende, aus circulär laufenden glatten Muskelfasern bestehende Muskelschicht löst sich allmählig dünner werdend gegen das Ende der letzten Zweige in einzelne, durch mehr oder weniger breite Spalten getrennte Ringzüge auf, die oft nur aus einer einzigen Lage von Muskelzellen gebildet werden, dafür aber mit ebenfalls querlaufenden, feinen, elastischen Fasern durchwebt sind.

Die für die innere Faserschicht der grösseren Bronchien so charakteristi-

1) M. Schultze's Archiv für mikroskopische Anatomie. Bd. III, p. 192 u. ff.

schen Züge derber, elastischer Längsfasern setzen sich in die kleineren Zweige fort, wo sie an der Innenseite der tunica muscularis in den auch hier vorhandenen, mit hellor, zartfaseriger, bindegewebiger Grundlage versehenen Längsfalten bündelweise zusammengedrängt verlaufen.



Fig. 129. Theil eines Querschnittes von einem 0,4 Millim. dicken Bronchialzweig des Schweines. Vergr. 200/1. *a* Aeussere Faserschicht; *b* Muskelschicht; *c* innere Faserschicht; *d* Epithellage. *f* eine der umliegenden Alveolen.

Die innere Epitheldecke besteht anfangs noch aus denselben flimmernden Cylinderepithelzellen und dazwischen gelegenen Becherzellen, wie wir sie bei den grösseren Bronchien kennen lernten. Gegen das Ende der feinsten Bronchialzweige indessen werden die Epithelzellen allmählig niedriger, sodass ihre Höhe bald den Dickendurchmesser nicht mehr übertrifft und sie endlich selbst Plattenform annehmen. In der Nähe des Ueberganges der Bronchien in die Alveolengänge verlieren sich die Flimmer und die Becherzellen.

Die Ernährung der Bronchien wird durch Capillarnetze vermittelt, deren Maschen in der äusseren Faserschicht unregelmässig, in der Muskelschicht circulär, in der inneren Faserschicht längsgestreckt sind. Die Zufuhr des Blutes erfolgt zum grössten Theile aus den in der Adventitia und äusseren Faserschicht verlaufenden Aesten der Arteria bronchialis; nur die letzten Bronchialzweige werden hie und da auch von Aesten der Arteria pulmonalis, deren Capillaren dann mit den aus der Bronchialarterie stammenden anastomosiren, versorgt. Das in den Capillarnetzen venös gewordene Blut gelangt nur von den Wandungen der grösseren Bronchien aus in die der Arteria bronchialis entsprechende, zum Lungenhilus ziehende Vena bronchialis, aus den kleineren Bronchien geht es direct in die Venae pulmonales über. Lymphgefässe sammeln sich reichlich, besonders aus den inneren Schichten der Bronchien und ziehen durch die äusseren bindegewebigen Bronchialhüllen nach der Lungenwurzel, um in die daselbst gelegenen Lymphdrüsen einzutreten.

In den Verlauf der aus dem plexus pulmonalis stammenden, mit den Bronchien ziehenden und an denselben sich verästelnden Nerven, welche wohl zum grössten Theile für die so reichlich vorhandene glatte Muskulatur bestimmt sind, finden sich hie und da kleine, zuerst von Remak entdeckte Ganglien eingelagert.

Ebenso wie die Bronchien stimmt auch das Alveolengewebe der verschiedenen Säugethierlungen in den Texturverhältnissen wesentlich überein.

Während die Seitenwandungen der nebeneinander liegenden Alveolen ein und desselben infundibulum oder Alveolenganges regelmässig zu dünnen Membranen (Alveolensepta) verschmelzen, ist dies bei den aneinanderstossenden Alveolen benachbarter infundibula oder Alveolengänge, wenn auch noch sehr gewöhnlich, so doch nicht mehr überall der Fall. Hier treten schon zuweilen, ganz regelmässig aber zwischen den verschiedenen Alveolengangssystemen dünne Lagen lockeren, faserigen, interstitiellen Bindegewebes trennend dazwischen. Stärkere Scheidewände desselben Gewebes markiren in allen Säugethierlungen polyedrische Abtheilungen des Alveolenparenchymes, welche man Läppchen, lobuli, nennt. Dieselben nehmen im Allgemeinen mit der Grösse des Thieres an Umfang ab, haben beim Menschen einen Durchmesser von 0.5—1 Centimeter, und lassen ihre auf dem Durchschnitte unregelmässig polygonalen, meistens 4—6eckigen Umgrenzungen schon durch die Pleura durchschimmern, aber auch auf Schnitten durch die Lungensubstanz leicht erkennen. Das interstitielle Bindegewebe des Lungenparenchymes hängt einerseits fest mit der Pleura zusammen und geht andrerseits direct in das Bronchien, Gefässe und Nerven einscheidende und verbindende adventielle lockere Fasergewebe über.

Die Alveolenwand selbst hat zur Grundlage eine helle, fast structurlose, nur hie und da, besonders in den dickeren Partien, deutlich faserige Bindegewebslage, in welcher sparsam und zerstreut länglich ovale Bindegewebskerne ohne bemerkbaren körnigen Hof vorkommen. Reichlich durchzogen ist diese helle Grundmasse von elastischen Fasern, welche durch ihre eigenthümliche Anordnung dem Lungengewebe hauptsächlich sein so charakteristisches Aussehn unter dem Mikroskope verleihen. Am reichlichsten ist das elastische Gewebe in den Hauptgängen jedes Alveolengangssystemes vertreten. Hier findet man aus starken, elastischen Fasern gebildete, nicht immer zu vollständigen Kreisen geschlossenen Ringzüge, welche die freien, verdickten Ränder der starken Scheidewände zwischen den seitlichen Alveolengruppen, ferner in besonders starker Entwicklung die Bifurcationssepta der ganzen Alveolengänge, sowie endlich die immer etwas verengten Eingänge der seitlichen und terminalen infundibula umziehen und zum grössten Theile selbst mit bilden. Aus diesen derben Zügen starker elastischer Fasern zweigen sich andere weniger breite ab, welche einerseits zur Stütze der Kanten, in denen mehrere Alveolen zusammentreffen, andrerseits zur Umrahmung der abgerundet polygonalen Eingänge aller einzelnen Alveolen, mögen sie nun unmittelbar in die Gänge mün-

den oder erst zu infundibulis zusammentreten, dienen. Von diesen aus ziehen dann wieder isolirte, elastische Fasern feineren Kalibers sich mehrfach Y-artig theilend und netzartig verbindend in Bogen über die Alveolen hin.

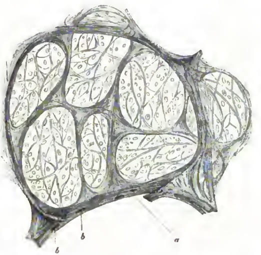


Fig. 130. Schnitt durch ein seitliches Infundibulum. Aus einer mit Essigsäure haltigem Alkohol gefüllten und erharteten Lunge eines erwachsenen Menschen. a Eingangsöffnung aus dem Alveolengang in das Infundibulum; die obere Umrandung ist durch den Schnitt zum Theil weggenommen. Vergr. $^{80}/_{1}$. b Kerne glatter Muskelfasern.

Die in das Lumen der Alveolengänge am meisten vorspringenden Scheidewände lassen besonders in den Anfangstheilen der Hauptalveolengänge, wo ihre freien Randpartien noch als directe Fortsetzung der Bronchienwandungen angesehen werden können, in diesen Rändern hie und da zwischen den mehr oberflächlich gelegenen Lagen elastischer Fasern zarte Züge glatter Muskulatur erkennen, welche oft nur aus isolirten Fasern bestehen, und in ein zartfaseriges Bindegewebe eingebettet sind. Die membranösen Alveolenwandungen selbst entbehren der Muskulatur völlig; und auch in den derberen Rändern der einzelnen Alveolensepta vermag ich durchaus keine glatten Muskelfasern zu entdecken[1].

In eigenthümlicher Weise verbindet sich mit den Alveolenwandungen das für die Function der Lunge so hochwichtige respiratorische Capillarnetz. Dasselbe entwickelt sich aus den zunächst mit den Bronchien in deren Adventitia und äusseren Faserschicht, dann in dem interstitiellen Bindegewebe der lobuli und Alveolengänge verlaufenden Zweigen der Art. pulmonalis und leitet das arteriell gewordene Blut in die gewöhnlich an der entgegengesetzten Seite einer ganzen Alveolengruppe liegenden Sammeläste der Venae pulmonales über, welche Venenzweige dann meistens die Aeste der Art. pul-

1) Während die meisten anatomischen Schriftsteller die glatten Muskeln in den Alveolenwandungen, wie ich, vermissen, sind dieselben behauptet und beschrieben von Gerlach, Gewebelehre p. 248; Moleschott in seinen Untersuchungen Bd. VI, p. 390; Colberg, De penitiore pulmonum structura. Halis 1863; Hirschmann, Virchow's Archiv, Bd. XXXVI, 1866 und Piso-Borme, Moleschott's Untersuchungen Bd. X, 1867.

monalis rücklaufend begleiten, seltener isolirt das Lungengewebe durchsetzen. Wo die Alveolenwand aussen noch von einer derben Lage faserigen Bindegewebes umgeben ist, wie an den Grenzflächen der einzelnen lobuli, besonders unter der Pleura, breitet sich das abgerundet eckige, ovale oder rundliche Maschen bildende Netzwerk in ebenen oder flach gebogenen Flächen an der Innenseite der bindegewebigen Wandung so aus, dass die Capillarröhren nur mit einem geringen Theile, höchstens bis zur Hälfte, in die Grundmembran eingebettet liegen, mit dem übrigen Theile der Seitenwandung aber in das Lumen der Alveole hineinragen. Wo indessen, wie in den meisten Fällen, die Wandungen benachbarter Alveolen zu dünnen Membranen verschmolzen sind, da haben sich immer die beiden, ursprünglich an der Innenseite jeder einzelnen Wand gelegenen, nun aber unmittelbar aneinander gerückten Capil-

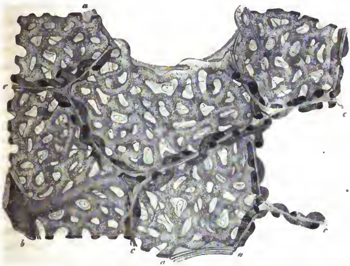


Fig. 131. Schnitt aus dem Alveolenparenchym einer von der Art. pulm. aus injicirten Menschenlunge. *aa* freie Alveolenränder; *b* kleiner Arterienast; *cc* senkrecht stehende, querdurchschnittene Alveolenwände.

larnetze durch starke Entwicklung ausserordentlich zahlreicher, die gemeinsame Wand durchsetzender Queranastomosen zu einem einzigen complicirten Netzwerk verbunden, dessen Maschen sehr eng (beim Menschen um 0,001 Millim. weit, bei kleineren Thieren nur wenig enger) sind, und nicht mehr in derselben Ebene liegen, sondern die Scheidewand vielfach durchsetzend, bald in die eine, bald in die andere von zwei benachbarten Alveolen hineinragen.

Verfolgt man an Durchschnitten solcher Alveolenscheidewände den Lauf der Capillaren, so sieht man dieselben bald an dieser bald an jener Seite schlingenartig vorspringen. Diese bei praller Füllung der Gefässe und geringer

Ausdehnung der Alveolen am stärksten gekrümmten und in das Alveolenlumen vorspringenden Schlingen legen sich bei grösserer Ausdehnung der Alveolen mehr glatt an die Wandung an, ragen aber auch dann noch stets mit dem grössten Theile ihrer Seitenfläche in den Binnenraum vor. Zu der Ueberzeugung, dass diese freien Capillaroberflächen wenigstens an vielen Stellen jeder selbständigen, bindegewebigen Decke entbehren, gelangt man am leichtesten an den um die freien Ränder der Alveolensepta ziehenden Capillarschlingen. Die Dicke der Capillarröhren nimmt nur wenig mit der Grösse des Thieres ab, und beträgt in der Lunge des erwachsenen Menschen bei mässiger Anfüllung 0,006—8 Millim.

Nicht jede einzelne Alveole hat ihren besonderen zuführenden Arterien- und abführenden Venenstamm, vielmehr breitet sich das aus einem Arterienendzweig hervorgehende capillare Netzwerk gewöhnlich über mehrere benachbarte Alveolen aus, ehe es in einer kleinen Vene an der entgegengesetzten Seite seinen Abfluss findet. An der Uebergangsstelle eines Bronchialendzweiges in das zugehörige Alveolengangssystem, an den kleineren Bronchialästen, sowie dicht unter der Pleura finden sich reichliche Anastomosen der aus der Art. pulmon. hervorgehenden Capillaren mit den aus den Bronchialarterien stammenden.

Die Lymphgefässe der Alveolen entspringen nach Wywodzoff's[1] an Hunde- und Pferdelungen angestellten Untersuchungen mit kleinen, wandungslosen, in der bindegewebigen Alveolenwand und zwar durchaus in der Ebene dieser Wand gelegenen (anastomosirenden) Räumen, welche mit ihren Hauptstämmen in der Richtung der elastischen Fasern ziehen, dann dem Laufe der Capillaren folgen, jedoch nicht so ausschliesslich, dass sie sich nicht häufig mit diesen letzteren kreuzen und in den Maschenräumen der Capillargefässnetze grössere Lakunen bilden sollten. Aus diesen ersten Anfängen sammeln sich einerseits mit den Bronchien und Gefässen direct zur Lungenwurzel ziehende tiefe[2], andrerseits dicht unter der Pleura netzartig die Endflächen der lobuli umziehende, beim Menschen theils für sich zum hilus laufende, theils in die tiefen hie und da einmündende oberflächliche Lymphgefässe.

Die Innenfläche der Alveolen sowie der ganzen infundibula und Alveolengänge ist endlich ausgekleidet von einem continuirlichen, aber nur beim Fötus gleichartigen, beim erwachsenen Säugethiere ungleichartigen Epithel. Während man in den Alveolen älterer Fötus noch eine gleichmässige Schicht dicht aneinander liegender platter, 4—6eckiger Epithelzellen sieht, deren jede eine Membran und einen körnigen Inhalt mit hellem, rundlichen Kerne besitzt, findet man bei allen Individuen, welche kurze Zeit geathmet haben, schon einige Epithelzellen bedeutend vergrössert und heller geworden, indem der kernige Inhalt geschwunden und der früher scharf conturirte Kern verblasst ist.

1) Wiener medizinische Jahrbücher, Bd. 12, p. 1.
2) welche auch aus den Bronchien gespeist werden und schon oben Erwähnung fanden.

In den Alveolen älterer Thiere[1] erscheinen die mit körnigem Inhalte und hellem, rundem Kerne versehenen polygonalen oder unregelmässig rundlichen Epithelzellen nur noch ganz vereinzelt oder in kleinen Gruppen von 2 bis 4 (selten darüber) zwischen **grossen, hellen, unregelmäsig eckig oder leicht wellig begrenzten dünnen, structurlosen Platten**, welche durch weitere Ausbildung der für ganz junge Thiere oben beschriebenen Veränderungen aus den Epithelzellen der ursprünglichen Bildung und zwar wahrscheinlich durch den Druck der sich erhebenden Capillaren und die Spannung der sich ausdehnenden Alveolen (vielleicht auch, wie ELENZ will, theilweise durch Verschmelzung benachbarter Epithelzellen entstanden sind[2].

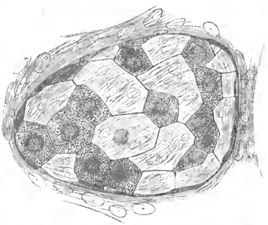


Fig. 132. Alveolengrund aus einem parallel mit der Pleura geführten peripherischen Schnitt von der mit Arg. nitric. Lösung gefüllten Lunge eines Kindes, welches, im 8 Monat geboren, zwei Tage gelebt hatte. Verg. $^{500}/_{1}$.

Alle in das Lumen der Gänge frei vorragenden Ränder des Grundgerüstes, die freien Ränder der Alveolensepta, der derberen Scheidewände benachbarter Alveolengruppen, der Eingangssäume der infundibula, sowie die Ränder an den Bifurcationsstellen der ganzen Gänge sind nur von diesen dünnen, hellen Platten überzogen, deren durch die Silberbehandlung markirte

1) Katze, Hund, Kaninchen und Kalb haben nur in dieser Beziehung als Untersuchungsobjecte gedient. Die dicke Pleura und die schon zu weit fortgeschrittene Zersetzung der mir zu Gebote stehenden Lungen erwachsener Menschen vereitelten hier die Silberbehandlung.

2) Die Ergebnisse meiner Untersuchungen über das Alveolenepithel der Säugethierlunge, wie ich sie hier kurz vortrage, stimmen wesentlich überein mit den Angaben von ELENZ (Würzburger naturw. Zeitschr. Bd. V.), dem sich EBERTH (ebenda) anschliesst, von C. SCHMIDT (De l'epithelium pulmonaire. Diss. 1866), und von COLBERG (Deutsches Archiv für klinische Medicin, II.). Von einigen Autoren, wie ADDISON, REMAK, ROSSIGNOL, REINHARDT, SCHRODER VAN DER KOLK, ADRIANI, RADCLYFFE HALL, SCHULTZ GERLACH, WILLIAMS, WATERS, DEICHLER, ZENKER, BAKODY, HENLE ist das Vorkommen eines Epithels in den Alveolen ganz geleugnet, von andern J. ARNOLD, HERTZ ein **unterbrochenes** Epithel, dessen kernhaltige Zellen nur in den Capillarmaschen vorkommen, die Capillaren selbst aber frei lassen sollen, behauptet, und von anderen, E. WAGNER, O. WEBER, L. MEIER, CHRZONSZCZEWSKY, HIRSHMANN, BAIER und PISO-BORME ein aus völlig gleichartigen und dicht aneinanderliegenden, eckigen, kernhaltigen Zellen gebildetes Epithel beschrieben.

Grenzlinien meist quer über sie hinwegziehen. Die körnigen Epithelzellen pflegen nie auf den Capillaren, sondern stets in den Maschen des Capillarnetzes der Alveolenwand direct aufzuliegen, ohne dass indessen auf jede

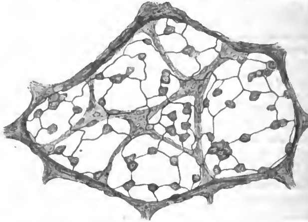


Fig. 133 *A*. Grund eines peripherischen, dicht unter der Pleura gelegenen infundibulum; aus der mit Arg. nitric. Lösung gefüllten Lunge einer erwachsenen Katze. Vergr. $^{300}/_{1}$.

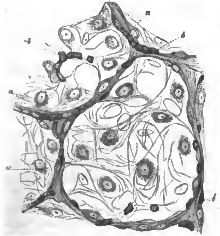


Fig. 133 *B*. Alveolen aus einer mit Müller'scher Lösung gefüllten und in derselben erhärteten Katzenlunge. *aa* Epithelzellen mit körnigem Inhalte. *bb* Capillaren mit Blutkörperchen. Vergr. $^{300}/_{1}$.

Masche eine Epithelzelle käme, wozu ihre Zahl bei Weitem nicht ausreicht. Sie zeigen besonders häufig bei erwachsenen Menschen, seltener bei anderen Säugern die nämlichen kleinen, rundlichen, schwarzen Pigmentkörnchen, welche auch bei jedem nicht ganz jungen Menschen in den Alveolenwandungen, reichlicher in dem die Läppchen des alveolären Parenchymes trennenden, interstitiellen und dem die Bronchien und Gefässe begleitenden adventitiellen Bindegewebe, besonders massenhaft aber in den bronchialen Lymphdrüsen vorkommen, gewöhnlich in rundlichen oder sternförmigen Haufen um helle Kerne gruppirt, seltener diffus zerstreut liegen und den Lungen älterer Menschen das eigenthümliche schwarzfleckige Aussehen verleihen.

Hauptarbeiten über den feineren Bau der Säugethierlungen.

M. Malpighi, De pulmonibus epistolae II. ad Bonellinm. Bonon. 1661. Reisseisen, Ueber den Bau der Lungen. Berlin 1822. Bourgery, in den Annales des sciences nat. 1830. Lereboullet, Anatomie comparée de l'appareil respiratoire, 1838. Addison, in den Philosophical transactions. Vol. XXVIII, 1845. Moleschott, De Malpighianis pulmonum vesiculis. Heidelberg, 1845. Rossignol, Recherches sur la structure intime du poumon. Brux. 1846. Adriani, De subtiliori pulmonum structura. Traject. ad Rhen. 1847. Diss. Cramer, De penitiori pulmonum hominis structura. Berol. 1847. Gerlach, Gewebelehre. 1848, Köstlin in Griesinger's Archiv 1848 und 1849. E. Schultz, Disquisitiones de structura et textura canalium aëriferorum. 1850. Diss. Williams, in Medical times and gaz. 1855. Rainey, in Brit. and for. med. chir. Review. 1855. (Epithel). William's in Todd's Cyclopaedia of anat. and phys. Vol. V. Artic. Organs of respiration. 1859. Le Fort, Recherches sur l'anatomie du poumon chez l'homme. Paris 1859. Waters. The anatomy of human lung. London 1860. Ecker, Icones physiologic. Tab. X et XI. Deichler in Zeitschr. für rat. Med. 3. Reihe. Bd. X. 1861. (Epithel). Eberth in Virchow's Archiv. Bd. XXIV. 1863. (Epithel) und Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bd. XII. 1863. (Epithel). Heale, A treatise of the physiol. anatomy of the lungs. London 1862. Zenker. Beiträge zur normalen und pathologischen Anatomie der Lunge. 1862. (Capillaren und Epithel). E. Wagner, im Archiv für Heilkunde. 1862. (Epithel). Remak, in Deutsche Klinik. 1862. (Epithel). Hertz in Virchow's Archiv. Bd. XXVI. 1863. (Epithel). J. Arnold, in Virchow's Arch. Bd. XXVII. 1863. (Epithel) und XXVIII. 1863. (Epithel). Colberg, Observationes de penitiori pulmonum structura. Halis 1863. O. Weber, in Virchow's Archiv. Bd. XXIX. 1864. (Epithel). L. Meier in Virchow's Archiv. Bd. XXX. 1864. (Epithel). Elentz in Würzburger naturwissensch. Zeitschr. Bd. V. 1864. (Epithel). Piso-Borme in Arch. di Zoologia. Vol. III. 1864. Barody in Virchow's Archiv. Bd. XXXIII. 1865. (Epithel). Chrzonszczewsky in Würzburger medic. Zeitschrift IV. und Virchow's Archiv. Bd. XXXV. 1866. (Epithel). Colberg in Deutsches Archiv für klinische Medic. II. 1866. (Epithel). Wywodzoff in Wiener medic. Jahrbücher XI. 1866. (Lymphgefässe). Henle. Eingeweidelehre. 1866. Koschlakoff in Virchow's Archiv. Bd. XXXV. 1866. (Pigment). C. Schmidt, De l'épithelium pulmonaire. Strassbourg 1866. Diss. (Epithel). O. Bayer. Das Epithel der Lungenalveolen. Leipzig 1867. Diss. Knauff in Virchow's Archiv. Bd. XXXIX. (Pigment).

II. Die Lungen der Vögel.

Der als gradlinige Fortsetzung des freien bronchus jede Lunge von vorne nach hinten durchsetzende und schliesslich mit weitem Ostium in den Abdominalluftsack mündende Hauptluftgang giebt seitlich Bronchialröhren ab, welche mit ihren einfach fiederförmigen Seitenzweigen an der Oberfläche der Lunge unmittelbar unter deren accessorischer Bindegewebshülle und zur Hälfte mit dieser verschmolzen, hinziehen und zum Theil ebenfalls in Luftsäcke übergehen. Während von den an der Lungenoberfläche gelegenen membranösen Wandtheilen dieser Bronchien nur einfache, niedrige, glatte Septa nach innen vorspringen, welche maschenartig verbunden, alveoläre wabenförmige Räume umgrenzen, gehen von allen dem Lungenparenchyme anliegenden Seiten derselben, sowie auch von einigen Theilen des Hauptluftganges unter rechtem Winkel die sogenannten Lungenpfeifen oder Luftcanälchen (canaliculi aëriferi) ab. Es sind dies langgestreckte, auf dem Durchschnitte dem äusseren

Umfange nach sechseckige Röhren, deren voluminöse Wandungen das eigentlich respirirende Gewebe enthalten und die Hauptmasse der ganzen Vogellunge ausmachen. Sie ziehen parallel dicht nebeneinander hin, indem sie anfangs gradlinig, dann mehr wellig oder geknickt verlaufen, stehen aber vielfach in offener, anastamotischer Verbindung. Ihr auf dem Querschnitt kreisrundes Binnenlumen wird markirt durch die freien Innenränder starker membranöser Ringleisten, welche vielfach durch schräge Anastomosen in einander übergehen, sich in ziemlich gleichen Abständen folgen, und durch zahlreiche, längsgerichtete, dünnere Zwischensepta verbunden werden. So entsteht ein Maschenwerk, welches wabenartige Räume umschliesst, deren Grund durch das die voluminöse Wandung der Pfeifen darstellende Parenchym gebildet wird. In dieses letztere hinein führen von jeder solcher wabenartigen Seitennische

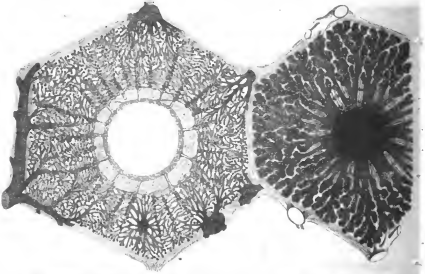


Fig. 134. Zwei Lungenpfeifen der Gans im Querschnitt. An der rechts gelegenen sind die Lufträume mit dunkler Injectionsmasse stark angefüllt. An der linken sind die Gefässe von der Art. pulmonalis aus injicirt dargestellt.

aus einige senkrecht und radiär zur Längsaxe der Pfeifen gerichtete Gänge, welche anfangs einfach und grade, sich alsbald baumartig, und zwar vorwiegend spitzwinklig dichotomisch verzweigen und schliesslich in kleine (beim Schwane 0,015—0,009, bei der Gans 0,010—0,006, bei der Taube 0,009—0,006 Millim. im Durchmesser haltende) seitliche und terminale längliche **Blindsäcke** auslaufen, welche bei starker Füllung durch Injectionsmassen noch mit zahlreichen, buckelförmigen Vortreibungen besetzt erscheinen.

In dem membranösen Wandtheil aller an der Lungenoberfläche hinziehenden Bronchien lassen sich ähnlich wie bei den Bronchialwandungen der

Säugethiere vier verschiedene Schichten unterscheiden, eine äussere Faserschicht, eine wenn auch nicht ganz continuirliche Muskelschicht, eine innere Faserschicht und eine Epithellage. Die äussere Faserschicht besteht aus hauptsächlich längsverlaufendem faserigen Bindegewebe mit eingelagerten, feinen elastischen Fasern. Nur zu Anfang des Hauptluftganges kommen auch einzelne dünne Knorpelplatten vor, welche spangenartig die Röhre zu $^2/_3$ umschliessen. Fetttraubchen finden sich hie und da in (wahrscheinlich nach dem Ernährungszustande des Individuums) wechselnder Menge eingestreut. Die der äusseren Faserschicht innen anliegenden Querzüge glatter Muskulatur bilden keine ganz continuirliche Lage, sondern lassen schmale, spaltartige Lücken zwischen sich. Unter den Knorpeln fehlt die Mutkulatur gänzlich. Die von dem membranösen Wandtheil aus in das Bronchiallumen vorspringenden Septa enthalten besonders in der Nähe der freien Ränder starke Muskelzüge, welche mit den eben besprochenen hie und da durch zartere Muskelfaserlagen in Verbindung stehen. Eine ziemlich dünne Lage längsgerichteten faserigen Bindegewebes von feinen elastischen Längsfasernetzen durchzogen, stellt die innere Faserschicht dar. Dieselbe bildet an einzelnen Stellen niedrige Längsfalten, und schlägt sich continuirlich über alle nach innen vorspringenden, netzförmig verbundenen Septa weg, dieselben zum grossen Theile selbst herstellend. Gedeckt wird diese innere Faserschicht von einem mit zahlreichen Becherzellen durchsetzten Flimmercylinderepithel, welches in den letzten Bronchienenden allmählig an Höhe abnimmt. Die Ernährung der membranösen Bronchialwandungen wird durch ein vorwiegend in der inneren Faserschicht entwickeltes Capillarnetz mit längsgestreckten Maschen vermittelt.

Da von allen denjenigen Theilen der Vogelbronchien, welche dem Lungenparenchym unmittelbar anliegen, die Lungenpfeifen in grosser Menge und dicht nebeneinander rechtwinklich abgehen, so muss daselbst die Bronchialwand ihren membranösen Charakter verlieren und zu einem Gitterwerke werden. Die Balken desselben bestehen aus derben Zügen glatter Musknlatur mit eingelagerten, elastischen Fasern und einer faserigen Bindegewebsgrundlage, welche letztere sich an der freien Oberfläche als dünne, mit Capillarnetzen reichlich durchzogene und mit niedrigem Flimmercylinderepithel gedeckte innere Faserschicht ausbreitet. Von diesem die Eingangsöffnungen der Lungenpfeifen umziehenden muskulösen Balkennetze setzen sich feinere Züge gleicher Art in die Pfeifen selbst fort, um hier die verdickten freien Ränder der oben als Ringleisten bezeichneten membranösen Querwände abzugeben, welche im Uebrigen ebenso wie die sie verbindenden weniger vorspringenden, längsgerichteten Septa nur aus faserigem Bindegewebe und zarten elastischen Fasern bestehen.

Das Grundgerüst der dicken, schwammigen, äusseren Pfeifenwandung wird von einer sehr zartfaserigen, fast homogenen Bindegewebssubstanz mit feineren elastischen Fasernetzen gebildet, welche das reiche, zum Aus-

tausch der Gase bestimmte Capillarnetz trägt. Dieses respiratorische Capillarsystem entwickelt sich aus den an der Peripherie der Pfeifen hinlaufenden und von da aus mit kleinen Endzweigen in das Parenchym derselben hie und da eindringenden letzten Verästelungen der Art. pulmonalis und führt in die ähnlich gelegenen Anfänge der Vena pulmonalis über. Die indas Lumen der Luftgänge oft ein wenig vorspringenden, aber stets mit der bindegewebigen Grundsubstanz fest verbundenen, d. h. derselben mehr oder minder vollständig eingebetteten [1] Capillaren haben eine sehr geringe Dicke und umkreisen, sich vielfach netzartig verbindend und langgestreckte, oft fast spaltenförmige Maschen umschliessend, die letzten Luftgänge meistens in querer Richtung. Die Darstellung des wahrscheinlich vorhandenen Epithels ist mir hier bisher nicht gelungen.

Zwischen den Pfeifen finden sich bei einigen Vögeln (Gans, Ente) ziemlich dicke, bei andern (Taube) kaum erkennbare Lagen eines hellen, faserigen, interstitiellen Bindegewebes.

Die als grossartige lokale Ausstülpungen der Bronchienwandung aufzufassenden Luftsäcke der Vögel bestehen aus einer faserigen Bindegewebshaut, welche von zarten elastischen Fasern und weitmaschigen Gefäss- resp. Capillarnetzen durchzogen ist und an der Innenseite ein einfaches Plattenepithel besizt, dessen Zellen nur in der Nähe der Eingangsöffnung Flimmern tragen.

Hauptarbeiten über den feineren Bau der Vogellungen.

Fuld. De organis, quibus aves spiritum ducunt. 1816.
Retzius. Froriep's Notizen. Bd. XXXV, p. 1. 1832.
Lereboullet. Anatomie comparée de l'appareil respiratoire dans les animaux vertébrés. 1838.
E. Weber. Ueber den Bau der Lungen bei den Vögeln, im Bericht über die 19 Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Braunschweig. 1842.
Guillot. Recherches sur l'appareil respir. des oiseaux. Annales des sc. nat. 1846.
Sappey. Recherches sur l'appareil respir. des oiseaux. 1847.
Rainey. On the minute anatomy of the lung of the bird, in Medico-chirurgic. Transactions. Tom. XXXII. 1849.
Eberth. Ueber den feineren Bau der Lunge in der Zeitschrift für wissensch. Zoologie von v. Siebold und Kölliker. 1863.

III. Die Lungen der Reptilien und Amphibien.

Die Lungen der Reptilien und Amphibien stimmen in ihren Texturverhältnissen so sehr überein, dass sie hier füglich zusammen abgehandelt werden können.

In der continuirlichen Reihe, welche sich bei diesen Thieren hinsichtlich

1) Rainey spricht in den Med. chirurg. transactions 1849, p. 50 die Ansicht aus, dass die Capillaren ganz frei durch die Lufträume hindurchzogen, ohne von einem verbindenden Gewebe gestützt zu werden.

des Baues der Lufträume ergiebt, nehmen die Tritonen und einige Perennibranchiaten (Proteus, Menobranchus) die niedrigste Stufe ein, indem bei ihnen jede Lunge nur eine einfache, sackartige, innen völlig glattwandige Erweiterung des zuleitenden Luftröhrenastes darstellt. Die übrigen Amphibien besitzen an der Innenwand jeder, auch hier noch sackförmigen, am Bronchus wie eine Beere am Stile hängenden Lunge ein Netzwerk leistenartiger Erhebungen, welche jedoch nicht alle gleich hoch sind, sondern mehr oder minder weit in das Binnenlumen des Lungensackes vorspringen. Die durch das System der höchsten Leisten gebildeten polygonalen, meistens viereckigen Haupt-Maschen werden im Grunde durch ähnliche Leisten geringerer Höhe, welche von den Hauptzügen abgehen, in kleinere Abtheilungen gebracht, diese wieder durch noch niedrigere Wälle in neue Abschnitte zerlegt und so fort, bis schliesslich eine Menge abgerundet polygonaler und zwar meistens vier- bis fünfeckiger Nischen oder Alveolen entstehen, welche alle mit ihrem flachen Grunde der Wand des Lungensackes selbst anliegen, zu Seitenwandungen die der Lungenwand senkrecht aufstehenden Leisten haben, und mit ihrer Oeffnung in den allgemeinen Luftraum des Lungensackes schauen.

An der langgestreckten, schlauchförmigen Lunge der Schlangen und Amphisbaena zeichnet sich der vordere dickwandige Abschnitt durch Tiefe und complicirten Bau der Maschenräume aus. Die der Lungenwand senkrecht aufstehenden Hauptleisten sind nämlich nicht glattwandig wie bei den Amphibien, sondern tragen auf ihren Seitenflächen secundäre Leistennetze, durch welche also Alveolen umgrenzt werden, die mit ihrem Grunde nicht mehr der Lungenwand selbst, sondern der Leistenwandung anliegen und mit ihrer Oeffnung nicht mehr gegen das allgemeine Binnenlumen des ganzen Lungensackes, sondern zunächst gegen den von den betreffenden Hauptleisten umschlossenen Maschenraum gekehrt sind. Gegen das hintere Ende der Schlangen- und Amphisbänenlunge wird das ganze Leistennetz wieder einfacher, nimmt allmählig an Höhe ab und schwindet endlich häufig so vollständig, dass die Lunge mit einem glattwandigen, einfach membranösen Blindsacke endigt.

Während die Lungen mancher Saurier (Anguis fragilis, Lacerta agilis, Scincus bistriatus) sich im Bau der Lufträume von der einfachen Amphibienlunge nicht wesentlich unterscheiden, wird bei anderen, z. B. den Chamäleonten durch Erhebung einer oder mehrerer von der Lungensackwandung gegen die Bronchusmündung vorragenden grossen Scheidewände, welche ebenso wie die übrige Lungenwand selbst mit Alveolen- umgrenzenden Leisten besetzt sind, das bisher gemeinsame Lumen jedes Lungensackes in zwei oder mehrere, wenn auch nicht vollständig geschiedene Hauptabtheilungen gebracht.

Bei den Schildkröten treten solche Septa in grösserer Zahl auf, durchsetzen das ganze Binnenlumen und verschmelzen vollständig mit der röhrenartigen Verlängerung des in den Lungenraum hineinragenden Bronchus, so dass also jede Lunge in eine Anzahl nebeneinander liegender, nicht mehr

unter sich communicirender, sondern nur noch von der Bronchusfortsetzung aus zugängiger, gewöhnlich in zwei Reihen angeordneter Blindsäcke getheilt ist.

Das die Innenwand dieser einzelnen Abtheilungen bedeckende Alveolenparenchym zeigt einen ähnlichen, jedoch noch etwas complicirteren Bau als bei den Schlangen. Auch hier sind die vorspringenden Hauptleisten nicht einfach glattwandig, sondern sie tragen auf ihren Seitenflächen netzartig verbundene Leisten, diese wieder andere, und so fort.

Durch reichlichere Entwicklung und noch weitergehende Complicirung des Alveolenparenchyms in dem nämlichen Sinne werden endlich bei den Krokodilen die bisher beschriebenen, sackartigen Hauptlufträume zu rundlichen Gängen eingeengt, ohne dass es jedoch zur Bildung wirklicher solidwandiger Bronchien käme, wie sie den Säugethieren eigen sind.

Als histiologische Grundlage des ganzen Lungengewebes findet sich bei allen Reptilien und Amphibien ein von feinen elastischen Fasernetzen durchzogenes, faseriges Bindegewebe, in welchem sternförmige, mit schwarzer, körniger Masse erfüllte Pigmentzellen bei manchen Thieren (z. B. Salamandra maculata, viele Frösche) sehr reichlich, bei anderen (Chamäleon, Scincus, Testudo graeca, Emys europ., Coluber natrix) spärlich vorkommen, bei anderen (Lacerta agilis, Alligator sclerops) gänzlich fehlen. Die entweder eine Halbrinne (Schlangen) oder eine von rundlichen Oeffnungen durchbrochene grade (Schildkröten), oder etwas verästelte (Krokodile) Röhre darstellende, in die Lunge mehr oder weniger weit vorragende Bronchusfortsetzung besitzt in ihrer übrigens faserig bindegewebigen Wandung zahlreiche, aus hyalinem Knorpel bestehende, glatte, oft anastomosisch verbundene Knorpelringe, deren gegenüberstehende scharfe Ränder durch eine straffe, elastische Längsfasermasse verbunden werden.

In das bindegewebige Stroma des übrigen Lungenparenchymes findet sich glatte Muskulatur, und zwar oft so reichlich eingelagert, dass sie die Hauptmasse des ganzen Gewebes ausmachen kann. Während schon die einfachen Lungensäcke der Tritonen eine dünne Lage ringförmig verlaufender Muskelfasern erkennen lassen[1], treten in allen Alveolen tragenden Lungen derbe Muskelzüge als Hauptstütze der die Alveolenmaschen bildenden, netzförmig verbundenen Leisten und zwar besonders entwickelt in den verdickten freien Innenrändern derselben auf. Von diesen starken und compacten Hauptstämmen gehen dünnere Züge und von diesen selbst einzelne isolirte Muskelfasern ab, um über den flachen Grund der Alveolen nahe der inneren Oberfläche wegzuziehen.

Die in der Reptilien- und Amphibienlunge verlaufenden, aus markhal-

1) Nach eigenen Untersuchungen muss ich die Angabe von H. Müller (Würzburger naturw. Zeitschrift Bd. II. p. 131) bestätigen, welcher gegen Reichert und Leydig das Vorhandensein einer dünnen Ringmuskellage auch bei Triton taeniatus behauptete.

tigen und marklosen Fasern bestehenden Nerven lassen hie und da kleine Anhäufungen von Ganglienzellen erkennen, welche zuerst von J. ARNOLD[1] in der Froschlunge näher studirt und als glockenförmige Zellen mit körnigem Inhalte beschrieben sind, in welche eine grade, dunkelrandige Nervenfaser von der concaven Seite her eintritt, um mit ihrem Axencylinder im Kernkörperchen zu endigen. Von diesem letzteren gehen nach ARNOLD feine Fortsätze aus, welche radiär durch die Kernsubstanz verlaufend mit einem System feiner Fäden in Verbindung stehen, welches den körnigen Zellinhalt durchsetzt und schliesslich in eine um die eintretende grade Faser in Spiraltouren verlaufende andere Nervenfaser, die sogenannte Spiralfaser, übergeht.

Aus den der Lunge das venöse Blut zuführenden Arterienzweigen entwickelt sich ein den Alveolenwandungen flach aufliegendes Capillarnetz, dessen unregelmässig rundliche Maschen gewöhnlich den nach der Grösse der Blutkörperchen bei den verschiedenen Thieren wechselnden Capillardurchmesser an Breite nicht übertreffen. Dies respiratorische Capillarnetz zieht sich über die niedrigen Alveolensepta continuirlich hinweg, während es auf der Firste aller höheren Leisten, an der Innenfläche der röhrenartigen Bronchusfortsetzung, sowie in dem hinteren Abschnitt der Schlangen- und Amphisbänenlunge in ein weitmaschiges System von wahrscheinlich vorwiegend zur Ernährung dienenden Capillaren übergeht.

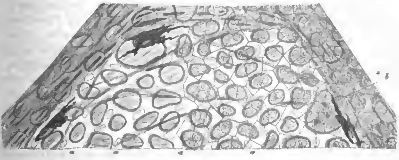


Fig. 135. Theil einer Lungenalveole von Rana temporaria. Die linke Seite ist ohne Epithel dargestellt. Vergr. $^{200}/_{1}$. *aa* Capillarenden. *b* ein Haufen schmaler, cylindrischer Epithelzellen.

Alle respiratorischen Capillaren sind der Alveolenwand nur mit einer Seite angewachsen. Sie würden also mit ihrem grössten Umfange frei in den Luftraum der Alveole vorspringen, wenn sie nicht noch von einem **continuirlichen Plattenepithel** vollständig zugedeckt wären.

Die grossen polygonalen Zellen dieses Alveolenepithels stossen mit ihren Seitenrändern genau aneinander, überlagern mit dünnen, hellen, plattenar-

1) VIRCHOW's Archiv, Bd. XXVIII, p. 434. 1863. Centralblatt für die medic. Wissensch. 1864. Nr. 42. VIRCHOW's Archiv, Bd. XXXII. 1864.

tigen Ausbreitungen die dem Luftraum zugekehrte Fläche der Capillaren und schicken zapfenartige, gewöhnlich den Zellenkern mit etwas umliegendem körnigen Protoplasma enthaltende Fortsätze in die Capillarmaschen und zwar soweit hinab, dass sie das Bindegewebsstroma der Alveolenwand erreichen, und so die Lücken des Capillarnetzes vollständig ausfüllen.

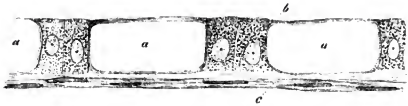


Fig. 136. Optischer Durchschnitt einer Alveolenwand von Rana esculenta. Erhärtung in Osmiumsäure. Vergr. $^{320}/_{1}$. *aa* Capillarräume. *bb* Die kernhaltigen Zapfen der Epithelzellen. *c* Muskelfasern der Alveolenwand.

Diese zapfenartigen, den Kern und das körnige Protoplasma jeder Zelle beherbergenden Fortsätze finden sich sehr gewöhnlich an den Ecken der einzelnen Epithelzellen, so dass mehrere Zapfen zusammenliegen und in e i n e r Capillarmasche Platz finden können. Doch kommen auch viele Zellen vor, welche ihren kernhaltigen Fortsatz mehr in der Mitte tragen und mit demselben eine Capillarmasche vollständig ausfüllen[1].

Während nun die respirirenden Flächen der Reptilien- und Amphibienlunge von einem solchen Plattenepithel gedeckt sind[2], werden die freien Ränder aller höheren Septa und Leisten, sowie die Innenfläche der Bronchusfortsetzung von einem im Allgemeinen ziemlich niedrigen Flimmercylinderepithel bekleidet, in welchem sich an einigen Stellen reichlich Becherzellen eingestreut finden. Der ganze nicht respirirende hintere Abschnitt der Schlangen- und Amphisbänenlunge ist mit einer einfachen aber continuirlichen Lage kleiner, polygonaler, leicht körnig getrübter Plattenepithelzellen ausgekleidet.

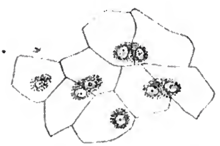


Fig. 137. Von der inneren Alveolenwand einer Testudo graeca abgehobenes Epithel. Vergr. $^{200}/_{1}$.

1) Während meine Untersuchungsresultate mit den Angaben von Elenz und C. Schmidt hinsichtlich des Lungenepithels der Amphibien wesentlich übereinstimmen, weiche ich in Bezug auf das Alveolenepithel der Reptilienlunge insoferne von jenen ab, als ich auch hier alle Epithelzellen, selbst die ganz platten, mit Kernen versehen fand und keine structurlosen, kernlosen Platten entdecken konnte. Anfüllung der Lungen mit Müller'scher Lösung und gleichzeitiges Versenken derselben in diese Flüssigkeit macht das die Respirationsräume auskleidende Epithel bei Amphibien wie Reptilien nicht nur vollständig deutlich mit allen Grenzlinien, sondern gestattet auch dasselbe ganz oder theilweise abzuheben und in seine einzelnen Zellen zu zerlegen.

2) Hie und da begegnet man auch (besonders häufig in der Froschlunge) im Alveolenepithel rundlichen Gruppen von (10—30) mehr cylindrischen Zellen, welche zusammen

Hauptarbeiten über den feineren Bau der Amphibien- und Reptilien-Lungen.

J. F. Meckel. Ueber das Respirationssystem der Reptilien in Meckel's Archiv. Bd. IV. 1818.
J. F. Meckel. Beitrage zur Geschichte des Respirationssystemes der Amphibien. Meckel's Archiv, Bd. V. 1819.
Leydig. Anatomisch-histolog. Untersuchungen über Fische und Reptilien. 1853.
Williams. Artikel Respiration in Todd's Cyclopaedia of anat. and physiol. Vol. V. 1859.
H. Müller. Würzburger naturw. Zeitschr. 1861.
Eberth. Ueber den feineren Bau der Lunge. Zeitschr. für wissensch. Zoologie von v. Siebold und Kölliker, Bd. XII. 1863.
Elenz. Ueber das Lungenepithel. Würzburger naturw. Zeitschr. Bd. IV. 1863.
J. Arnold. Zur Histologie der Lunge. Virchow's Archiv. Bd. XXVIII. 1863.
C. Schmidt. De l'épithelium pulmonaire. 1866.

IV. Die Lungen und die Schwimmblase der Fische.

Die vorne zu einer gemeinsamen Hohle verschmolzenen, hinten freien sackartigen Lungen der Dipnoi besitzen an der Innenfläche ein System netzartig verbundener, polygonale alveoläre Maschen umschliessender Leisten, welche ähnlich wie in der Schlangenlunge vorne zu der complicirten Bildung secundärer, auch den Seitenwandungen der Hauptluftzellen aufsitzender Alveolen zusammentreten, während sie in dem hinteren Theile sämmtlich der Lungensackwandung unmittelbar senkrecht aufstehen, also nur in den allgemeinen Luftraum direct öffnende Alveolen bilden. Die feineren Texturverhältnisse der Lungen von Lepidosiren weichen nicht wesentlich von den bei den Amphibienlungen beschriebenen ab. Als Grundlage erscheint auch hier ein mit grossen sternförmigen Pigmentzellen durchsetztes, faseriges Bindegewebe. In den nach Innen vorspringenden Leisten finden sich derbe Züge glatter Muskulatur, welche besonders in der Nähe der freien Ränder stark entwickelt im Allgemeinen mit der Höhe der Septa an Umfang zunehmen. An der Innenfläche der Alveolenwandungen und der niederen Grenzleisten breitet sich ein respiratorisches Capillarnetz aus, dessen rundliche Maschen den Capillardurchmesser kaum an Breite übertreffen. Gedeckt wird dasselbe von einer einfachen Lage grosser, platter Epithelzellen, welche ähnlich wie bei den Amphibien und Reptilien kurze, kernhaltige Fortsätze in die Capillarmaschen hinabragen lassen.

Die Schwimmblase der Fische, wenngleich ein rein hydrostatischer Apparat ohne respiratorisches Capillarnetz, schliesst sich doch morphologisch eng an die Lungen an.

eine grossere Capillarmasche erfullen und zum Theil den Becherzellen ähnlich eine secretorische Function zu haben scheinen. (Fig. 135 *b*.)

Ebenso verschieden wie der makroskopische Bau dieser bald einfachen, bald durch Einbuchtungen oder tiefe Einschnürungen getheilten, entweder völlig glattwandigen oder an der Innenseite mit vorspringenden Septen und Leisten versehenen Blasen sind auch ihre mikroskopischen Texturverhältnisse. Als Hauptgewebsschicht ist zunächst eine gewöhnlich die Aussenlage bildende, dicht unter dem Peritoneum gelegene, derbe, bindegewebige Faserhaut zu nennen. Dieselbe besteht aus langen, feinen, bei vielen Knochenfischen eigenthümlich starren Bindegewebsfibrillen, welche bald sämmtlich parallel in querer oder schräger Richtung, bald in rechtwinklig sich kreuzenden Zügen verlaufen und im letzteren Falle häufig zwei nach der Richtung der Fasern vollständig sich trennende Lagen darstellen, eine äusserste, mit Längsfaserung und eine darunter gelegene mit Querfaserung.

Zuweilen tritt in dieser äusseren Faserschicht auch Knochenbildung auf, so bei Cobitis fossilis, Acanthopsis, Ophidium imberbe; bei Cobitis in Form einer zusammenhängenden Gitterkapsel mit rundlichen Maschen.

In dem lockeren, fibrillär bindegewebigen Stroma der nach innen zu folgenden Gewebslagen, welche hier als innere Schicht zusammengefasst werden, finden sich häufig elastische, der Oberfläche parallel liegende Lamellen, welche bei den meisten Knochenfischen sehr zart bleiben, dagegen bei einigen, besonders in dem vorderen Blasentheile der Cyprinoiden zu derben, gefensterten Membranen werden. Zwischen diesen elastischen Lamellen kommen oft z. B. bei Esox lucius, Perca fluv., Gadus Callarias, Gadus Zota etc. eigenthümliche, länglich viereckige, zarte, elastische Blättchen vor, welche bis auf den meistens in der Mitte gelegenen, ovalen Kern völlig klar und structurlos sind und beim Freiwerden sich wie ein Blatt einrollen. Gewöhnlich liegen sie zu kleinen Paqueten aufeinandergeschichtet, lassen sich aber leicht trennen. Eine ganz eigenthümliche Bindegewebsformation findet sich in der dicken, atlasglänzenden Schicht der Störschwimmblase. Dieselbe besteht, abgesehen von einem spärlichen, lockeren, fibrillären Bindegewebsstroma ganz aus spindelförmigen, verhältnissmässig kurzen, in der Mitte dicken, plattrundlichen Fasern, welche sich einerseits zu grösseren Zügen dicht aneinander legen, andrerseits selbst wieder leicht in immer kleinere, gleich gestaltete Fasern zerspalten lassen. Ausser kleinen, kurzen, dunklen Längsstrichen, welche man für die Andeutung von Bindegewebskörperchen nehmen kann, lässt sich keine Structur an diesen stark lichtbrechenden und, wie ich hier besonders hervorheben will, auch stark doppelt brechenden [1]) Elementen erkennen. Beim Kochen und bei der Behandlung mit Säuren quellen sie ausserordentlich und lösen sich rasch zu Leim auf.

In sehr verschiedener Weise ist mit der bindegewebigen Grundlage der Schwimmblasen Muskulatur bald quergestreifter, bald glatter Art verbun-

---

1) Die optische Axe entspricht der Längsaxe der Fasern, welche wie die Muskelfasern positiv doppelt brechende sind.

den. Eine aus zwei übereinanderliegenden, gekreuzten Lagen quergestreifter Muskelfasern bestehende Hülle umschliesst unmittelbar unter dem Peritoneum die Schwimmblasen von Polypterus bichir und Amia. Bei letzterem wird jede Lage nur aus einer einzigen Schicht nebeneinanderliegender Fasern, bei Polypterus aus ziemlich reichlich geschichteten Fasermassen gebildet. Bei einem dritten Ganoiden, Lepidosteus osseus liegen Züge quergestreifter Muskelfasern, entweder direct oder durch sehnige Stränge netzartig verbunden, nicht auf der Aussenfläche der Schwimmblase, sondern in den hier reich entwickelten, Alveolen umschliessenden, membranösen Leisten und Balken der Innenwand. Dagegen trifft man beim Stör eine zusammenhängende Lage glatter Muskulatur in der äusseren Faserschicht. Einzelne Knochenfische z. B. Trigla, Dactyloptera, Zeus haben nur an gewissen Stellen der Schwimmblase aussen aufliegende, scharf umgrenzte Platten oder Züge quergestreifter Muskulatur; andere, die Cyprinoiden, besitzen in dem vorderen Theil der Schwimmblase einen der inneren Schicht in der Medianlinie der Bauchseite eingelagerten Längsstreifen quergerichteter, glatter Muskelfasern, welcher in der Nähe der Einschnürungsstelle zu einem vollständig circulären Ringe sich verbreitert, während in dem hinteren Blasenabschnitte zwei quergefaserte Längsstreifen glatter Muskulatur in der äussersten Partie der Aussenschicht vorkommen. Wieder andere Fische z. B. Esox lucius, Gadus Callarias, Perca fluv. zeigen in der inneren[1] Schicht eine continuirliche dünne Lage glatter Muskelfasern. Endlich kann auch die Muskulatur gänzlich fehlen, wie bei Cobitis u. A.

Während bei einigen Fischen, z. B. Accipenser, Salmo, die stets aus dem Aortensysteme entspringenden, also arterialisirtes Blut zuführenden Gefässe der Schwimmblase sich einfach in ein weitmaschiges, der Ernährung dienendes Capillarnetz auflösen, welches schliesslich in Körpervenen übergeht, treten bei vielen anderen in der äusseren Partie der inneren Schicht eigenthümliche Gefässbildungen auf, welche zuerst von Joh. Müller näher studirt und in die Kategorie der Wundernetze gestellt sind. Arterielle Gefässe lösen sich plötzlich in bald diffuse, bald mehr lokalisirte stahlen-, büschel- oder quastenförmige Röhrensysteme auf, aus welchen sich baumförmig verästelte Capillarnetze entweder unmittelbar oder nach Sammlung in einzelne grössere Gefässe entwickeln. Aus diesen an der Innenfläche der Schwimmblase sich ausbreitenden Capillarnetzen führen dann wieder venöse Wundernetz-Röhrensysteme (entweder unmittelbar oder nach Sammlung in einzelne grössere Venen) ab, welche sich zwischen die arteriellen so einschieben, dass ein Querschnitt des ganzen Wundernetzes arterielle und venöse Röhren in ziemlich gleichmässiger Vertheilung nebeneinander zeigt.

Die continuirliche Epitheldecke, welche die Innenfläche jeder Schwimmblase auskleidet, besteht beim Stör und nach Leydig auch bei Polypterus bichir

1) Leydig beschreibt eine Schicht platter Muskelfasern bei Esox in der äusseren Schicht, wo ich sie nicht finden konnte.

aus Flimmern tragenden Cylinderzellen, bei den Knochenfischen dagegen aus einer einfachen Lage von Plattenepithelzellen, welche indessen über den aus den arteriellen Wundernetzröhren hervorgehenden Capillarnetzen einen durchaus anderen Charakter dadurch gewinnen, dass sie höher, mehr würfelförmig werden, einen trübkörnigen Inhalt zeigen, und so das Aussehen von Drüsenzellen annehmen. Die Drüsenfunction derselben wird noch dadurch wahrscheinlicher, dass sie die in den Capillarkörper hineingehenden spalten- oder taschenförmigen Einstülpungen nach Art eines Drüsenepithels vollständig auskleiden.

Hauptarbeiten über den feineren Bau der Lungen und der Schwimmblase der Fische.

Bischoff. Lepidosiren paradoxa. 1840.
Hyrtl. Lepidosiren paradoxa. 1845.
Peters. Ueber die Lungen von Rhinocryptis, in Müller's Archiv. 1845.

Fischer. Versuch über die Schwimmblase der Fische. 1795.
Jacobi. De vesica aërea piscium. 1840.
Berlak. Symbolae ad anatomiam vesicae natatoriae piscium. 1834.
Van der Hoeven. Ueber die zellige Schwimmblase des Lipidosteus. Müller's Archiv. 1841.
J. Müller. Vergleich. Anatomie des Gefasssystemes der Myxinoiden. 1841. Und Ueber die Eingeweide der Fische; in den Verhandl. der Berliner Akademie. 1845
Reinhardt. Om svommeblaeren hos Familien Gymnotini. 1852.
Leydig. Anatom. histolog. Untersuchungen über Fische und Reptilien. 1853.
Leydig. Kleinere Mittheilungen zur thierischen Gewebelehre. Müller's Archiv. 1854.
Leydig. Lehrbuch der Histologie. 1857.

Capitel XXI.

Von der Niere.

Von

C. Ludwig.

Wenn die frische Niere eines Säugethieres von den Papillen bis zur sehnigen Kapsel durchschnitten vorliegt, so unterscheidet das unbewaffnete Auge auf der blossgelegten Fläche das streifige Mark von der Körnchen tragenden Rinde; diese beiden Abtheilungen liegen in concentrischer Anordnung. Waren die Blut- und Harngefässe der durchschnittenen Niere mit verschiedenfarbigen Massen ausgespritzt, so heben sich nun auch noch in radialer Richtung, und zwar sowohl im Mark wie in der Rinde weitere Abtheilungen hervor.

Auf der Markfläche strahlen von der Papille als Centrum gegen die Rinde hin Streifen aus, welche von der in die Harnwege eingespritzten Masse gefärbt sind.

Diese Streifen berühren sich in der Papille und nahe über derselben, so dass bis dahin das Mark durchweg gleichartig gefärbt erscheint. Diesen Abschnitt des Markes unterscheidet man als den **Papillartheil** desselben. Je weiter sich aber die genannten Streifen von der Papille entfernen, um so weiter treten sie auseinander, so dass sie, bevor sie unmittelbar in die Rinde übergehen, in Abständen lau-

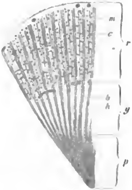


Fig. 138.

Fig. 138. Flächenschnitt durch die Niere eines Hundes; Harn- und Blutgefässe sind injicirt. *p* Papillarschicht, *g* Grenzschicht des Markes, *r* Rinde. Die dunklen Streifen des Marks (*h*) Bündel aus Harnkanälen; die Fortsetzung derselben in die Rinde (*m*) die Markstrahlen. — Die hellen Abtheilungen des Marks (*b*) entsprechen ihrer Lage nach den Blutgefassbündeln der Grenzschicht. Die hellen, mit Puncten (glomeruli) besetzten Abtheilungen der Rinde (*c*) bezeichnen die Lage des Labyrinths.

fen, die etwa ihrem eigenen Durchmesser gleich kommen. Die Räume zwischen diesen Streifen werden ausgefüllt durch andere, welche die Farbe tragen, mit der die Blutgefässe ausgespritzt werden. Der Theil des Markes, in welchen die Harn- und die Blutgefässstreifen miteinander abwechseln, bezeichnet man als die Grenzschicht des Markes. In der Rinde treten gleichfalls Streifen auf, welche sowohl nach der Art und Intensität ihrer Farbe als auch nach der Richtung ihres Verlaufs sich als die unmittelbaren Fortsetzungen der Faserzüge des Markes erweisen, welche dem System der Harngefässe angehörten. Diese aus dem Mark herauskommenden und bis nahe zu dem äussersten Umfang der Rinde verlaufenden Streifen führen den Namen der Markstrahlen (Pyramidenfortsätze). Die Räume, welche in der Rinde nach Abzug der ebengenannten Theile übrig bleiben, erhalten ihren Farbenton vorzugsweise von der in die Blutgefässe eingeführten Masse; diesen Theil wollen wir das Nierenlabyrinth (Rinde im engern Wortsinn) nennen.

Durch Anwendung des Mikroskopes auf die verschieden gefärbten Abtheilungen erkennt man alsbald, dass jede derselben aus einer grossen Anzahl von Canälen besteht, die theils mit den Blutgefässen und theils mit den Harnwegen zusammenhängen. Diese beiden Canalsorten füllen den weitaus grössten Theil des Nierenraumes aus.

Harncanälchen.

1. Verlauf und Durchmesser. Das Harncanälchen legt, da es öfter die Richtung seines Verlaufes ändert, durch die Niere einen relativ sehr langen Weg zurück; auf einem Theil desselben hält es sich isolirt, auf einem andern aber fliesst es mit den benachbarten zu einem gemeinsamen Rohr zusammen. Zudem wechselt es auf den verschiedenen Orten seiner Bahn den Durchmesser sehr beträchtlich.

Ihren Anfang nehmen alle Harncanälchen in dem Labyrinth. Jedes derselben beginnt daselbst mit einer kugeligen Anschwellung (Kapsel des Nierenkorns oder des Glomerulus). Diese setzt sich durch eine verengte Stelle den Hals der Kapsel in ein weiteres Rohr fort, das in mehrfachen, bogenförmigen Windungen gegen das Mark hinstrebt; hat das bogig gewundene Stück als weites Rohr die Grenzschicht erreicht, so spitzt es sich rasch zu und dringt nun als ein feiner Canal geraden Verlaufs mehr oder weniger tief in das Mark ein (absteigender oder geschlossener Schleifenschenkel), innerhalb jenes biegt es dann unter Bildung einer engen Schleife, Henle's Schleife, wieder um und läuft gerade aufwärts gegen und in die Rinde, aufsteigender oder offener Schleifenschenkel. Bei seiner Rückkehr in diese sucht jedoch das Canälchen nicht genau wieder den Ort auf, woher es kam, im Gegentheil es vermeidet zunächt das Labyrinth und legt sich statt dessen eng an den nächsten Markstrahl

an. Früher oder später verlässt es jedoch wieder diesen geraden Weg und biegt mit mehrfachen, in der Regel knickartigen Windungen, als sogen. Schaltstück zwischen die bogig gewundenen Canäle des Labyrinthes. Von dort kehrt es, und zwar unter Bildung eines nach dem Nierenumfang convexen Bogens gegen den Markstrahl zurück, um nun seinen selbständigen Verlauf aufzugeben. Dieses letztere geschieht so, dass mehrere Canäle, die von verschiedenen Seiten her gegen denselben Punct hin zusammenlaufen, zur Bildung eines geraden und weiten Rohres des Sammelrohrs verschmelzen.

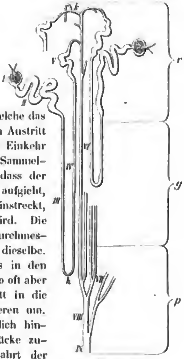


Fig. 139.

Bevor wir dieses letztere weiter begleiten, sind noch die mehrfachen Durchmesseränderungen nachzutragen, welche das Canälchen erfahren hat von seinem ersten Austritt aus der Rinde an, bis zu seiner letzten Einkehr in den Markstrahl beziehungsweise in das Sammelrohr. Schon früher wurde erwähnt, dass der Canal, wenn er die bogigen Windungen aufgiebt, und sich gegen die Schleife Henle's hinstreckt, dann auch jedesmal bedeutend verengt wird. Die Weglänge, auf welcher er den geringen Durchmesser beibehält, ist nicht in allen Fällen dieselbe. Oefter bewahrt er die Verengerung bis in den absteigenden Schlingenschenkel, eben so oft aber verwandelt sich schon vor seinem Eintritt in die Schlinge der enge Canal in einen weiteren um, dessen Durchmesser jedoch noch merklich hinter dem der bogig gewundenen Canalstücke zurückbleibt. Dieses neue Caliber bewahrt der Canal bis nahe zu dem Orte, in welchen er in die Schaltwindungen übergeht; indem er sich hiezu anschickt, verengt er sich vorübergehend um ein Weniges, um sich dann innerhalb der Schaltwindungen selbst bis nahe zu dem Umfang zu erweitern, der seiner bogig gewundenen Abtheilung eigen ist. In einzelnen Nieren zeigt dieser erweiterte Theil des Schaltcanals die auffallende Erscheinung, dass er seine bis dahin cylind-

Fig. 139. Schematische Darstellung des Verlaufes der Harncanälchen; Menschenniere. *p* Papillarschicht, *g* Grenzschicht des Markes, *r* Rinde. Kapsel des glomerulus *I*, der durch den Hals in das bogig gewundene Canalstück *II* übergeht. Dieses spitzt sich an der Mark-Rindegrenze in den absteigenden Schlingenschenkel *III* zu, und geht als solcher durch Henle's Schleife (*h*) in den aufsteigenden Schlingenschenkel *IV* über. An diesen schliesst sich das Schaltstück *V*, welches durch den äussern Bogen an die Krone (*k*) des Sammelrohrs *VI* übergeht. Das Sammelrohr verbindet sich mit den benachbarten desselben Markstrahls *VII* zum Hauptrohr *VIII* und diese endlich mit anderen Hauptröhren zum ductus papillaris *IX*.

rische Höhlung in eine buchtig angeschwollene verwandelt. Dies geschieht dadurch, dass kleine nach Zahl und Umfang veränderliche Ausstülpungen aus der Canalwand hervorgehen. In der letzten Windung endlich, mit der das Schaltstück in das Sammelrohr einbiegt, verengt sich seine Höhlung noch einmal ganz vorübergehend.

Auf seinem Verlauf als isolirtes Rohr erfährt also der Canal sieben Mal eine Aenderung seines Durchmessers, nämlich 1) Verengerung von der Kapsel zum Hals, 2) Erweiterung vom Hals zum gewundenen Canalstück, 3) Verengerung beim Hintritt zur Schlinge, 4) Erweiterung beim Hingang gegen den offenen Schlingenschenkel, 5) Verengerung beim Uebergang zu den Schaltwindungen, 6) Erweiterung in diesen letztern, endlich 7) Verengerung beim Uebertritt des Schaltstücks in das Sammelrohr.

Wir kehren nun zur Beschreibung des Sammelrohrs zurück. Dieses war, wie erwähnt, am Rindenende des Markstrahls dadurch gebildet worden, dass sich mehrere der bis dahin gesondert verlaufenden Canäle in ähnlicher Weise wie die Aeste in einer Baumkrone untereinander vereinigt hatten.

Nachdem das Sammelrohr entstanden ist, nimmt es auch noch kurz unterhalb der Krone einige Canälchen auf und läuft dann aber isolirt und geraden Wegs bis in den Papillartheil des Markes, wobei es immer in der durch einen Markstrahl vorgezeichneten Bahn bleibt. Sind die einzelnen Sammelröhren im Papillartheil angelangt, so werden auch sie einer Verschmelzung entgegengeführt, die so lange fortdauert, bis statt der ursprünglich sehr zahlreichen Röhren nur noch wenige übrig bleiben. Die Vereinigung geschieht hiebei immer zweispaltig. Zuerst fliessen auf diese Weise alle Sammelröhren zusammen, welche in einem Markstrahl neben einander lagen, dann aber verschmelzen die Hauptröhren zweier benachbarten Markstrahlen und f. f. Die letzten Gänge, welche aus dieser paarweisen Vereinigung hervorgehen, die sogen. ductus papillares münden schliesslich auf der Papillenoberfläche in das Freie. — Für die Durchmesser gilt als Regel, dass der aus je zweien entstandene Canal etwas weiter ist, als jeder der in ihn einmündenden.

2. Zusammenfassung der Canälchen zu Primitivkegeln. — Eine begrenzte Anzahl von Harncanälchen steht zu einander in einer innigeren Beziehung als zu allen übrigen. Die Zusammengehörigkeit derselben drückt sich dadurch aus, dass die Sammelröhren derselben in ein und demselben Markstrahl verlaufen, und dass diese selbst schliesslich in einen Hauptausfluss zusammenmünden. Aber auch in ihrem isolirten Verlauf sind die Canälchen, welche die Sammelröhren eines Markstrahls zusammensetzen, in solcher Weise neben einander gelegt, dass sie leicht als zusammengehörig erkannt werden können. Alle die Stücke, welche zu einer solchen Abtheilung gehören, gewähren in ihrer Gesammtheit etwa das Ansehen eines Kegels oder einer Flasche, dessen Spitze in der Papille, dessen Basis in der Rinde gelegen ist. Da die Niere, so weit sie aus Harncanälen besteht, als ein Aggregat von vielen solchen, wir wollen

sagen Primitiv-Kegeln, anzusehen ist, so wird es zum Verständniss der Niere nothwendig, ihren Aufbau zu kennen. Bei der Vorlegung desselben werden wir von dem Papillarende der Harncanäle anfangen und gegen die Rinde hin aufsteigen.

Jede der Hauptröhren, durch deren Zusammenfluss die ductus papillares entstanden sind, tritt noch innerhalb oder gleich oberhalb der Papille der Mitte des Querschnittes von je einem Markstrahl gegenüber. Dort angelangt, zerfällt das Hauptrohr durch wiederholt gabelige Theilung alsbald in eine Anzahl von Aesten; soweit wir wissen, geschieht diese Theilung innerhalb eines beschränkten Markraumes, sodass jede Sammelröhre kurz oberhalb der Papille ihre Selbständigkeit erlangt. Sämmtliche, aus einem Hauptstamm her vorgegangen Sammelröhren verlaufen dicht gedrängt und parallel beinahe bis zum äussern Umfang der Niere, und bilden den Grundstock des als Markstrahl bezeichneten Röhrenbündels. Jedes Sammelrohr bleibt auch so lange unverästelt, bis es nahe zum Rinden-Ende des Markstrahls gekommen ist. Dort erst zerfällt dasselbe in eine Anahl von gleichwerthigen Aesten, von denen jeder einen bis zu seinem Ende isolirt verlaufenden Harncanal darstellt.



Fig. 140.

Jedes dieser Harncanälchen tritt in einem kurzen Bogen aus dem Sammelrohr hervor, und windet sich als Schaltstück auf der Basis des Kegels, bis zum äusseren Umfang der Niere, sodass, wenn man von der sehnigen Kapsel der Niere her in diese letztere eindringt, man zunächst auf gewundene Kanälchen trifft, die zum grössten Theil aus den Schaltwindungen bestehen. Aus diesem Raum kehren die Schaltwindungen alsbald wieder gegen die Achse des Kegels (den Markstrahl) zurück, strecken sich gerade und dringen in die Räume, welche im Markstrahl zwischen den Sammelröhren übrig bleiben. Sind die Canälchen auf dieser Bahn in das Mark herabgestiegen, so beginnen sie nun die Schleifenbildung und zwar so, dass durch die ganze Grenzschicht des Markes Canal um Canal in der beschriebenen Weise umbiegt. Nach der Umbiegung liegt jedesmal der Schenkel der Schleife, welcher zu dem bogig gewundenen Canalstück hinstrebt, noch in der Umgrenzung des zugehörigen Bündels aus Sammelröhren, allmählig aber weicht er seitlich ab und setzt sich in die bogig gewundenen Röhren fort. Diese letztern endlich umgeben in der Rinde ringsum den Markstrahl, soweit dieser nicht schon von den Windungen der Schaltstücke bekleidet ist wie eine Scheide.

3. Zusammensetzung der Primitiv-Kegel zu Pyramiden oder Reneulis.

Fig. 140. Schematische Darstellung der Art und Weise, wie die Harncanälchen, zur Bildung eines Primitivkegels zusammentreten.

Wenn man sich erinnert, dass die Hauptröhren der Primitiv-Kegel in der Papille zu ductus papillares zusammenfliessen, so wird man auch erkennen, wie aus der Aneinanderlagerung der zahlreichen, durch einen ductus oder eine Papille zusammengehaltenen Primitiv-Kegel eine Pyramide entsteht. Einer besondern Betrachtung sind nur zwei Puncte bedürftig. Der erste bezieht sich auf das Entstehen der spaltförmigen, mit Blutgefässen ausgefüllten Räume der Grenzschicht des Markes. Sie kommen dadurch zu Stande, dass da, wo die Rinde aufhört, der Markstrahl auch plötzlich die Scheide aus Rindenmasse verliert, welche ihn bis dahin umkleidete. Der Mantel des Primitiv-Kegels erhält also dorten eine starke Einbiegung, ähnlich einer Flasche am Uebergang ihres Bauches in den Hals. Wenn man sich nun zwei oder mehrere solcher flaschenförmigen Körper so aneinander gelegt denkt, dass sich ihre Bäuche und das freie Ende ihrer Hälse berühren, so muss nothwendig zwischen je zweien da eine Lücke bleiben, wo die Bäuche in die Hälse übergehen. — Der andere Punct betrifft die Art des Zusammenflusses der Sammel- und Harnröhren zu ductus papillares, dessen Eigenthümlichkeit durch die runde, abgestutzte Form der Papille bedingt wird. — Die Art und Weise dieses Geschehens wird am einfachsten in dem beistehenden Längenschnitt durch eine Papille versinnlicht; man erkennt, wie die Gänge von allen Seiten her, und zwar auf krummen Wegen die kurzen und wenigen ductus papillares zu erreichen suchen.



Fig. 144.

4. Structur der Wand des Harncanals. Aehnlich oft wie seinen Durchmesser und seine Wegrichtung ändert der Harncanal auch den Bau seiner Wand. — Das freie Blatt der kugeligen Kapsel besteht, soweit es sich zergliedern lässt, nur aus einem Mosaik von Zellen, das demjenigen sehr ähnelt, welches die Blut- und Lymphcapillaren zusammenbaut; auf seiner äusseren Oberfläche wird dasselbe von Bindegewebe umsponnen. Vorzugsweise mächtig kann das letztere in der Umgebung der Kapseln auftreten, welche dem Marke zunächst liegen.

Der Gefässknäuel, den die Kapsel umhüllt, empfängt ebenfalls einen Ueberzug, welcher eng an den Gefässen anliegt; von ihm wird später die Rede sein.

Vom Hals der Kapsel bis zum Beginn des ductus papillaris hinab ist die Canalwand aus einer Grundhaut (tunica propria) und einem auf ihrer innern Fläche aufgesetzten Epithelium hergestellt. In der Regel erweist sich die Grundhaut unsern Zerlegungsmitteln gegenüber als homogen; nur zuweilen gelingt es in ihrer Masse durch Carminfärbung einen Kern sichtbar zu machen und ebenso bringt man zuweilen und auch dann nur auf kürzeren Wand-Strecken der bogig gewundenen Canäle durch Silberlösung die Zeichnung

Fig. 144. Zusammenfluss der ausführenden Harncanäle in der Papille. Schematisches Portrait.

hervor, welche die versilberten Lymph- und Blutcapillaren auszeichnen. Die Grundhaut ist glashell, elastisch, für Quellung sehr empfänglich; sie lässt sich sehr leicht gesondert darstellen.

Das Epithelium, welches die innere Fläche der Grundhaut auskleidet, ist einschichtig und kernhaltig. Die Gestalt der Kerne ist überall dieselbe; sie sind

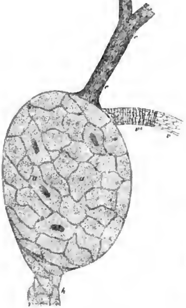


Fig. 142.



Fig. 143.



Fig. 144.

kugelig scharf umgrenzt, und ihr Inhalt ist mit zahlreichen Körnchen besetzt. Der Körper der Zelle wechselt dagegen.

In den bogig gewundenen Canalstücken sind die annähernd gleichweit von einander abstehenden Kerne in eine sulzige Masse eingebettet. In dieser letztern finden sich vielfach Spalten, welche auf jeden Querschnitt namentlich aber dann deutlich hervortreten, wenn eine in die Harncanälchen eingespritzte Farbe in sie eingedrungen ist. Diese Spalten liegen jedoch in sehr unregelmässigen

Fig. 142. Kapsel des Glomerulus aus einer Kaninchenniere; versilbert und carminisirt. — Die Endothelzellen der Kapselwand (a) zum Theil mit ovalen Kernen (a'). Das Endothel geht auf den Hals (h) über. — Das vas afferens (v) ist bei v' mit den Silberlinien versehen, welche die Muskelringe markiren, bei v mit den Grenzlinien seines Endothels das vas efferens (e); die Silberlinien umziehen die spindelförmigen Endothelzellen.

Fig. 143. Tunica propria eines gewundenen Harncanals; im Innern liegen losgelöste Epithelialmassen.

Fig. 144. Ein isolirtes, noch mit Epithelium gefülltes Stück eines bogig gewundenen Canals. Mit sehr verdünnter Salzsäure befeuchtet.

Abständen; mit einem Wort, es scheint der als Zellenleib aufzufassenden Umhüllungsmasse an einer ihrem Kerngehalt entsprechenden Gliederung zu einzelnen Zellenkörpern zu fehlen. Die Epithelialpulpa sitzt der Grundhaut nur locker auf, so dass sie im frischen Zustand aus den isolirten und durchschnittenen Kanalstücken leicht ausgetrieben werden kann. Wenn dieses durch eine Schrumpfung der tunica propria bewirkt war, so erschienen die ausgetriebenen Belegungsmassen als lange cylindrische, fest zusammenhängende Stücke.

Wie weit die Epithelialmasse in den Binnenraum des Canals hineinragt, hängt von der Ausdehnung ab, welche der letztere selbst erlitten hatte. Wenn derselbe durch eine künstlich erzeugte Harnstauung sehr ausgedehnt war, so werden die den Canal auskleidenden Epithelringe niedriger; war dagegen die Niere vor dem Tode leer, so erscheint der genannte Ring höher. Demnach schliesst sich der sulzige Belag der Grundhaut innig an und folgt ihren Formänderungen. — Der Stoff, aus welchem sich die sulzigen Zellenleiber zusammensetzen, ist kein gleichartiger; man erkennt in der formlosen Grundlage zahlreiche Fetttröpfchen und neben diesen andre dunkle Körnchen, welche durch verdünnte Säure aufzuhellen sind. Diese Einlagerungen bedingen einen Grad von Undurchsichtigkeit, welcher in der Regel gross genug ist, um ohne vorhergehende Ansäuerung das Erkennen der Kerne unmöglich zu machen; dieses Verhalten hat der Auskleidung der bogig gewundenen Harncanäle den Namen trübes Epithelium verschafft.

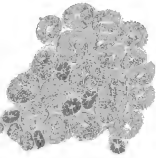


Fig. 145.



Fig. 146.

In den schmalen Canalstücken, die zur und von Henle's Schleife gehen, tritt, statt des bis dahin beschriebenen dunklen und massigen ein helles und mageres Epithel auf, das als eine fortlaufende Schicht, welche durch die Kerne beträchtlich hervorgewölbt wird, die Canalwand überzieht.

Wo jenseits der Schleife der Durchmesser des Harncanals wieder zunimmt, gestaltet sich die Umhüllungsmasse des Kerns insofern eigenthümlich, als in ihr, und zwar jedesmal etwa an der Halbirungslinie des Abstandes von je zwei Kernen ein Spalt bemerklich wird, der unter einem nach der Rinde hin offenen und spitzen

Fig. 145. Durchschnitt durch die Rindencanäle einer frischen Niere, zur Darstellung der trüben Epithelialschicht. Die kugeligen Kerne sind verdeckt; in den weitern Canälchen erstrecken sich zwischen die Epithelialmasse unregelmässige, in den engern Canälchen regelmässige Spalten.

Fig. 146. Ein isolirtes Stück aus einem feinen Harncanale, mit feinem, hellen, schmächtigen Epithelium und den alternirenden, durch die Kerne bedingten Schwellungen.

Winkel bis gegen den Canalrand geht. Hierdurch gewinnt das Epithelium das Ansehen, als ob es aus lauter einzelnen cylindrischen Zellen bestehe, die in der Richtung vom Mark zur Rinde dachziegelförmig übereinander geschoben seien.

In den Schaltwindungen kehrt der Epithelialbeleg zu dem sulzigen Ansehen zurück, welches ihm in den bogig gewundenen Canalstrecken eigen war. — In den Sammelröhren bis zu den ductus papillares hin setzt sich das Epithel aus einzelnen, bestimmt abgegrenzten Cylinderzellen zusammen, die ihre breitere Basis gegen die Canalwand und ihre abgestumpfte Spitze gegen die Lichtung wenden. In den ductus papillares endlich gehen die Canäle der Grundhaut verlustig, so dass hier das Epithelium die Wand des Canals allein darstellt, etwa so wie dieses auch an der Fortsetzung der Schweissdrüse durch die Epidermis geschieht.



Fig. 147.

Da sich die Harncanäle aller Säuger nach ihrem Bau, ihrem Verlauf und ihrer Zusammenfassung an das aufgestellte Schema binden, so würden die Nieren der verschiedenen Säugethierarten sich bis ins Kleinste hinein gleichen müssen, wenn auch die Dicken- und Längenmaasse der Harncanäle überall dieselben wären. Der einzige Unterschied würde dann durch die Zahl der Kanälchen gegeben sein, die sich an der Bildung einer Niere betheiligen. — Diese Voraussetzung trifft bekanntlich nicht ein; die augenfälligen Unterschiede, welche zwischen den Nieren verschiedener Säuger bestehen, beweisen also, dass dieser Thierclasse in Bezug auf die Maasse der primitiven Harnwege ein grosser Spielraum gewährt ist. Die oberflächlichsten Schätzungen, die an Zerklüftungs- und Durchschnittspräparaten angestellt werden, lehrt denn auch, dass nicht allein die absoluten Längen- und Dickenmaasse von Niere zu Niere veränderlich sind, sondern dass dieses ebenso von den Relationen gilt, welche zwischen den Längen der ein-

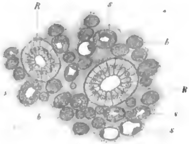


Fig. 148.

Fig. 147. Aus einem aufsteigenden Schleifenschenkel zur Darstellung der dachziegelförmig übereinandergelagerten Epithelialzellen.

Fig. 148. Durchschnitt durch das frische Mark zur Darstellung des Epitheliums der Harncanäle daselbst. Die dunklen Kreise sind Blutgefassdurchschnitte (*b*). — Das Epithel ist durchweg hell, so dass die kreisförmigen Projectionen der kugeligen Kerne durchscheinen. (*R*) Sammelröhren, die einzelnen Epithelialcylinder sind deutlich von einander getrennt. — (*S*) Schmale und breite Schleifenschenkel. Zwischen den Canälchen zieht sich ein Lager aus streifigem Bindegewebe hin.

zelnen Canalabtheilungen auftreten. Abgesehen von allem andern beweisen dieses schon die ungleichen Verhältnisse zwischen der Ausdehnung von Rinden- und Markmasse in verschiedenen Nieren. — Einen genaueren Aufschluss über diese für die Nierenfunction unzweifelhaft wichtigen Maasse wird uns jedoch so lange abgehen, bis es möglich sein wird, die Harncanälchen leichter und in einem weniger brüchigem Zustande aus der Niere zu lösen, als dieses heute möglich.



Fig. 149.

Aus den Nachrichten, welche wir über die Anatomie der Harncanälchen in den andern Wirbelthierclassen besitzen, mag folgendes herausgehoben werden.

Der schematische Umriss Fig. 149 *D**) ist der Taubenniere entnommen. Ohne Weiteres ist aus ihm die grosse Uebereinstimmung zu entnehmen, welche zwischen ihm und dem Harncanal des Säugers besteht. Die einzelnen Abtheilungen, welche wir an der letztern unterscheiden, kehren hier in derselben Reihenfolge wieder. Dieselbe Uebereinstimmung gewährt das Epithelium der beiden Nieren. Unsere gegenwärtigen Erfahrungen sprechen dafür, dass sich die Harncanälchen bei allen Vögeln ähnlich gestalten, wie bei der Taube.

Fig. 149 *C* giebt den Verlauf der Harncanäle in der Niere von testudo wieder. Die Kapsel und ihr Hals *I*, das angeschwollene, gewundene Canalstück gewundene Rohr *II*, die Verengerung, in welche dieses letztere übergeht *III*, die hierauf folgende, dem Sammelrohr unmittelbar voraufgehende Erweiterung *V* ist auch hier vorhanden. — Vom Säugethierschema weicht das vorliegende nur dadurch ab, dass das bogig gewundene Canalstück nicht glatt, sondern buchtig begrenzt ist, und dass die zwischen ihm und dem Schaltstück gelegene verengte Abtheilung anders als die Schleife der Säugerniere geformt ist. — Das Epithel in dem Hals der Schildkrötenniere ist niedrig, hoch und zuweilen pigmentirt ist es in dem bogig gewundenen Theil; niedrig und hell in dem engern Abschnitt.

Fig. 149 *B* giebt den Harncanal der Froschniere wieder. Die langgezogene Kapsel geht durch den gestreckten Hals *I'* in das bogig gewundene Rohr über *II*. Dieses spitzt sich in einen engen Abschnitt *III* zu, welcher unter allmähliger Erweiterung sich in eine zweite, mehrfach gewundene Abtheilung *V* umwandelt, die in das Sammelrohr mündet. Die Wand der Kapsel ist von einer starken Schicht Bindegewebe umhüllt, das Epithel niedrig und hell, öfter mit Flimmerhaaren besetzt. In dem Abschnitt *II* ist das Epithel aus hohen, polygonalen Zellen zusammengebaut, in *III* ist es hell und niedrig, in dem Analogon des Schaltstückes dagegen hoch und trübe.

*) Die unter Nr. 149 zusammengefassten Figuren sind von Hüfner entworfen.

An Bau und Verlauf sind die Harncanälchen des Triton sehr ähnlich denen des Frosches.

Fig. 149 *A*. Schema der Harncanäle von Cobitis fossilis. Die Kapsel ist relativ klein, der Hals sehr lang. Vom Halse bis zum Sammelrohr erstreckt sich ein gewundener Schlauch, der mit grösserem Durchmesser beginnt und endigt, aber in der Mitte seines Verlaufs über eine kurze Strecke von einem geringerem Durchmesser ist. Die Höhe der Epithelien entspricht dem Durchmesser des Canals; es ist an allen Orten hell.

Die einfachste Niere, die uns bekannt, besitzt Bdellostoma Fosteri; ihre Harncanäle bestehen aus einer Kapsel, deren Hals in ein weites Rohr übergeht, das nach einem ganz kurzen Verlauf in das Sammelrohr mündet. Ueber das Epithelium dieser primitivsten Niere ist nichts bekannt.

Blutgefässe.

Der Niere fliesst das Blut in der Regel nur durch die Nierenarterie zu; unter Umständen kann sie jedoch, wenn auch nur theilweise aus den Zwerchfell-Lumbal- und Suprarenalarterien gespeist werden, da sich sehr feine Ausläufer der genannten Schlagadern mit entsprechenden der art. renalis auf der sehnigen Nierenkapsel verbinden. Obwohl nun das Mark, die Rinde und die sehnige Kapsel der Niere aus einem Stamme versorgt werden, so sind dennoch die Capillarverzweigungen und die letzten arteriellen Zuflüsse zu einer jeden der drei genannten Abtheilungen auf eine ganz besondere Weise angeordnet.

Blutgefässe der Rinde. Die Nierenarterie schickt weitaus den grössten Theil ihres Blutes durch die Rinde; die Stämme, welche sich ihr zuwenden, streben, ohne sich auf ihrem Wege mit der Bildung von Netzen aufzuhalten, so rasch der weiteren Verästelung zu, dass sie schon kurz nach ihrem Eintritt in die Rinde durchweg in sehr feine Arterien, die arteriolae interlobulares zerfallen sind.

Auf einem Nierenschnitt, der nach dem Längsverlauf der letztern geführt wurde, sieht man sie in der Mitte zwischen je zwei benachbarten Markstrahlen im allgemeinen also da hinziehen, wo mehrere Primitivkegel aneinander grenzen. Der weitaus grösste Theil dieser Aestchen wird, sobald die Markstrahlen aufhören, ebenfalls für das freie Auge unsichtbar, in geringerer Zahl dagegen durchbrechen sie auch die oberflächlichste Rindenschicht und gelangen in die sehnige Kapsel. — Jede art. interlobularis giebt auf ihrer Bahn zwischen den bogig gewundenen Canälchen in rascher Folge Aestchen um Aestchen ab, und zwar so oft, als das Stämmchen an dem angeschwollenen Ende eines bogig gewundenen Canales (capsula glomeruli) vorbeistreicht. Demnach senden sämmtliche art. interlobulares mindestens so viel Aestchen in die Rinde hinein, als dort Harncanälchen anfangen; sehr wahrscheinlich ist es, dass sie in den Rindenraum auch nicht mehr Aeste senden.

Jeder dieser arteriellen Endäste (vas afferens glomeruli) läuft von dem Orte seiner Entstehung aus geraden Wegs bis zu der nächsten Endanschwel-

lung eines Harncanals. Einige dieser sehr zahlreichen vasa afferentia geben bevor sie zum kugelgen Ende des Harncanals gelangen, einen sehr feinen Zweig ab, der sich sogleich in Haargefässe auflöst, und durch diese sein Blut in die Capillarnetze schickt, welche die Harncanälchen umspinnen. Alle vasa afferentia dagegen, gleichgiltig, ob sie vorher ein Aestchen entlassen haben oder ungetheilt geblieben sind, treten an die kugelige Endanschwellung des Harncanals heran, und durchbohren dessen Wand gerade dem Ursprung des gewundenen Harncanals (dem Halse) gegenüber. In dem Hohlraum angelangt, zerfällt das vas afferens in ein freischwebendes Büschel von Capillaren (glomerulus) die sich innerhalb der Kapselhöhle wiederum zu einem Venenstämmchen (vas efferens glomeruli) sammeln. Dieses Venenstämmchen, das ungefähr von gleichem Durchmesser wie das vas afferens ist, legt sich, nachdem es entstanden, eng an das zuletzt genannte Gefäss an und durchbohrt die Kapsel in der Regel an derselben Stelle, an welcher das vas afferens in sie eintrat.

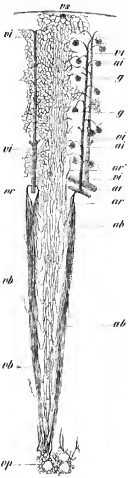


Fig. 150.

Ueber die Anordnung der Gefässe innerhalb des glomerulus selbst ist nur folgendes bekannt. Das vas afferens zerlegt sich unmittelbar nach seinem Uebertritt in die kugelige Höhlung des Harncanals in 4—8 Aestchen, welche möglichst auseinander und in grössten Bögen bis gegen den Urspsung des Canalhalses hindringen. Auf diesem Wege entlässt jeder Ast zahlreiche Zweige, welche letztere, wie es scheint, gegen das Centrum der Kapselhöhle hin allmählig zum vas efferens zusammenfliessen. — Die aus einem der Hauptzweige des arteriellen vas afferens hervor-

Fig. 150. Schema der Blutbahnen in der Niere. — *al* arteria interlobularis, welche zahlreiche vasa afferentia zu den glomerulis *g* schickt; das aus dem letztern hervorgehende vas efferens verläuft in der Rinde theils in das weitmaschige Capillarnetz der Markstrahlen, theils in das engmaschige der gewundenen Canäle. Aus diesen Netzen sammeln sich an den Rindenumfang die Venae stellatae *vs.* innerhalb des Labyrinthes der Rinde selbst die Venae interlobulares *vi* In das Mark hinein gehen die art. rectae verae *ar.* aus der Nierenarterie und ausserdem die vasa efferentia derjenigen Glomeruli, welche das Mark umziehen. *ar'*. Aus dem Arterienbündel *ab.* welches die art. rectae bilden entspringen die Capillaren für die Harncanäle des Marks. Das Blut kehrt aus diesen Netzen durch die Venulae rectae zurück, von denen sich zahlreiche zu einem parallelstreifigen Bündel zusammenlegen *vb.* Die Aeste dieses Bündels sammeln sich zu einem Venenstämmchen *vr.*, welches in eine grössere Nierenvene übergeht. — Um die Mündungen der Harncanäle auf der Papilla liegt das Venennetz *vp.*

gegangenen Capillaren vereinigen sich sehr häufig auch wiederum in einem gemeinschaftlichen Venenzweig, so dass eine der arteriellen Verzweigung entsprechende venöse Sammlung entsteht. Geschieht dieses, so zerfällt der glomerulus in einzelne Gefässlappen, die nur am Arterien- und Venenende zusammenhängen. — Ohwohl der glomerulus nirgends an der Kapselhaut angewachsen ist, so wird doch keineswegs die Capillarenwand unmittelbar von dem flüssigen Inhalt der Kapsel umspült; dieses verhindert eine Lage nicht scharf abgrenzbarer mit kugeligen Kernen versehener Zellen, welche die Gefässwand aussen überzieht.

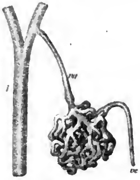


Fig. 151.

Das genauere Verhalten dieses Ueberzuges ist noch wenig bekannt; dem Anschein nach umspannt er ein jedes Läppchen, aus welchem sich der glomerulus zusammenzusetzen pflegt im ganzen, und heftet somit die einzelnen Gefässe desselben zusammen. Die Ueberzüge zweier benachbarten Läppchen hängen dagegen an dem äussersten Umfang derselben nicht zusammen; gehen dieselben ineinander über, so kann dieses nur an der Wurzel der Läppchen stattfinden.

Wir kehren zum vas efferens glomeruli zurück. Wenn dieses die Kapsel verlassen hat, so nimmt es zunächst seine Richtung gegen den zugehörigen Markstrahl, oder wo ein solcher fehlt, wie in der äussersten Rindenschicht, sogleich gegen die gewundenen Canalstücke und zerspaltet sich in eine Anzahl von Haargefässen, die sich sogleich nach ihrer Entstehung netzförmig verbinden. Da mit Ausnahme der unmittelbar an dem Marke gelegenen, sich sämmtliche vasa efferentia in ähnlicher Weise vertheilen, und da die Grenzgefässe aller der Capillarbezirke, welche von den benachbarten vasa efferentia ausgegangen sind, untereinander communiciren, so kommt durch die ganze Rinde hindurch ein fortlaufendes Capillarnetz zu Stande. Dieses letztere schliesst sich aber mit der Rinde nicht ab, sondern steht durch die Netze, welche die Markstrahlen umkleiden, auch mit den Capillaren des Markes selbst in Verbindung.

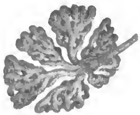


Fig. 152.

Die Maschen des Rindennetzes, welche sich auf den gewundenen Canal-

Fig. 151. Glomerulus aus der Katzenniere bei 300 f. chr. Vergrösserung *ai* arteria interlobularis: *va* vas afferens; *ve* vas efferens.

Fig. 152. Vertheilung des vas afferens in einen lappig gespaltenen glomerulus (aus der Schweinsniere.)

stücken finden, sind eng und nähern sich der Kreisform; diejenigen, welche den Markstrahl durchsetzen, sind weiter und nach der Richtung des Längsverlaufs der gestreckten Canälchen auseinander gezogen. Die Capillaren, welche dieses Netz zusammensetzen, sind nirgends mit den Harncanälchen verwachsen; überall bleiben zwischen den Wandungen der Blut- und Harngefässe spaltförmige und häufig mit Flüssigkeit erfüllte Räume.

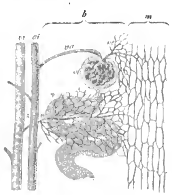


Fig. 153.

Aus den eben beschriebenen Capillaren fliessen in geringen Abständen Venen zusammen. Die kleinsten dieser Venen vereinigen sich rasch zu grösseseren. In der äussersten der Gefässknäuel entbehrenden Rindenschicht geschieht die Zusammenstrahlung sternförmig (venae stellatae). Aus dem Centrum eines Sterns geht der gemeinschaftliche Stamm in die mit glomeruli und Markstrahlen versehenen Rindentheile über und lagert sich in der Nähe je einer art. interlobularis. Neben dieser läuft dann die einfache Vene gegen die Markrindengrenze und nimmt auf dem Wege dorthin sehr zahlreiche, kleine und grössere Venen auf, die aus den Capillaren des Rindennetzes entspringen. Die Venen sind innerhalb der Rinde immer so eingebettet, dass ihre Lichtung auch im blutleeren Zustand offen bleibt.

Blutgefässe des Markes. Das Blut, welches zum Marke hinfliesst, bewegt sich mit geringen Ausnahmen durch gestreckte Gefässstämmchen, arteriolae rectae; die sämmtlich von der Rindenseite her in das Mark eintreten (Fig. 150 *ar* und *ar'*). Den Namen der Arterien verdient nur ein Theil von ihnen im vollsten Wortsinn; ein anderer dagegen nur insofern, als er sein Blut in die Capillaren des Markes ergiesst, keineswegs aber der Structur seiner Wandung und seines Herkommens wegen.

Diejenigen unter den arteriolae rectae, welche der Structur ihrer Wand und ihrem Ursprunge nach wahre Schlagadern sind, gehen aus denselben Aesten der Nierenarterie hervor, welche auch nach der Rinde hin die arteriae interlobulares abgeben. Der andere Theil der arteriolae rectae, deren Wand keine Muskelringe trägt, sind nichts anderes, als die sehr gestreckten vasa efferentia derjenigen glomeruli, welche dem Marke zunächst liegen.

Sämmtliche arteriolae rectae, woher sie auch stammen mögen, wenden

Fig. 153. Verlauf der Blutgefässe im Korper der Rinde (Schematisch.) Raum des Markstrahls, *m*. Raum der bogig gewundenen Gänge *b*, *ai* Arteria interlobularis, *vi* Vena interlobularis, *va* vas afferens glomeruli, *ve* vas efferens glomeriuli. *gl* glomerulus. *vz* Venenzweig der Interlobularvene.

sich nach ihrer Entstehung zunächst gegen die schlitzförmigen Räume, welche in der Grenzschicht des Markes zwischen den Harncanalbündeln vorkommen.

Viele der Stämmchen spalten sich jedoch schon vor ihrem Eintritt in die genannten Räume in mehrere Aestchen, dort angelangt setzen sie ihre Theilung weiter fort, wobei sie ihren Verlauf in der Richtung nach den Papillen hin festhalten. Hierdurch entsteht also aus dem Stamm einer jeden arteriola recta ein Büschel paralleler Arterien. Wo die Gefässe dieses Büschels, an die convergirenden Bündel aus Harncanälen stossen, lösen sie sich in Capillaren auf, die sich in Netzen um die Harncanäle schlingen. Da wegen der fortschreitenden Verengerung des Schlitzes eine Arterie nach der andern zu jener Berührung gelangt, so löst sich auch eine nach der andern in Capillaren auf. Somit nimmt gegen die Papille hin die Zahl der arteriolae stetig ab, bis endlich an der letzteren selbst nur eine oder wenige übrig bleiben, welche sich auf der Papille selbst capillar vertheilen.

Das Capillarnetz, welches die Harncanäle des Markes umgreift, ist weitmaschig und steht, wie erwähnt, da, wo es an die Rinde grenzt, in ununterbrochenem Zusammenhang mit den Capillaren dieses Rindenabschnittes.

Dieser soeben geschilderten Einrichtung gemäss ist der Blutstrom, der zum Marke hingeht, theilweise unabhängig von demjenigen der Rinde; denn dasselbe könnte auch dann noch Blut erhalten, wenn selbst die Rindenarterien vollkommen geschlossen sind; andrerseits ist das Mark aber auch wieder abhängig von dem Strom in der Rinde, da dasselbe mindestens einen Theil des Blutes aufnehmen muss, welches durch die vasa efferentia derjenigen glomeruli abströmt, aus denen arteriolae rectae hervorgehen. — Das aus den glomerulis kommende Blut muss jedoch nicht jedesmal seinen Weg durch das Mark nehmen, da der Fall nicht selten ist, dass ein vas efferens, welches einen Beitrag zu den arteriolae rectae giebt auch noch vor dem Entstehen dieser letzten, Aestchen zu den gewundenen Canälen entlässt, die sich in derselben Weise zu Capillaren umgestalten, wie es andern Orts in der Rinde geschieht.

Die Venen des Markes laufen in denselben Spalten, welche auch die Arterien aufnahmen. Die Structur ihrer Wand zeichnet sich vor derjenigen anderer gleich grossen Venen dadurch aus, dass ihre Endothelzellen nach der Längsrichtung des Gefässes ausserordentlich weit ausgezogen sind. Dieses geschieht zuweilen in einem solchen Grade, dass die Wände aussehen, als seien sie aus Fasern gewebt. Ihrem Verlauf nach verhalten sich die venulae rectae den gleichnamigen Arterien insofern gleich, als die einzelnen Stämmchen, welche durch den Zusammenfluss eines kleinern Capillarenbezirkes entstanden sind, nicht alsogleich zu grösseren Stämmen sich vereinigen, sondern dass sie bis in das Rindenende der Grenzschicht selbständig bleiben. Da nun auf der Papille schon ein kleines Venengeflecht um die Oeffnungen der ductus papillares vorkommt, das seinen hauptsächlichsten Abfluss durch das Mark hindurch nimmt, so gehen schon von der Papille aus einige wenige Venenstämmchen aufwärts. An diese legen sich bei ihrem Fortgang durch den

Spaltraum alsbald andere an, die aus den Capillaren der papillaren Harncanalbündel entspringen und an diese wieder andere, welche aus den etwas höher gelegenen Capillaren kommen etc. Durch den stetigen Zuwachs, den hierdurch die Zahl der Venen in der Richtung von der Papille bis zur Rinde hin empfängt, steigt dieselbe in der Rindengrenze eines Spaltraums allmählig bis auf 15 bis 20 an (venulae rectae, Fig. 155 *vr.*)

Da die Venen die Arterien nicht allein an Zahl, sondern auch an Durchmesser überragen, so wird der Zwischenraum, der im Marke die Harncanalbündel trennt, vorzugsweise durch Venen ausgefüllt. Innerhalb des Markes selbst anastomosiren die einzelnen, in einem Bündel zusammenliegenden Venen sehr häufig schlingenförmig untereinander. Sind die Bündel an der Rinde angelangt, so fliessen die bis dahin isolirten Venen rasch zu mehreren grösseren Stämmchen zusammen, die in die grossen Venen der Rinde eintreten; hierbei gilt als Regel, dass an einem jeden der Harncanalbündel, welche einen Spaltraum umgrenzen, ein Stämmchen entsteht, welches die kleinen Venen der Umgebung sammelt, so dass also jedes Venenbündel durch mindestens so viel Stämmchen in die zunächst gelegenen grossen Venenäste ausmündet, als Harncanalbündel um den Spaltraum gelegen sind.

Ueber das Verhältniss, in welchem die Blut- und Harngefässe des Marks zu einander liegen, ist noch zu erwähnen, dass die in der Achse des Spaltraums emporstrebenden Venen ausser jeder Berührung mit dem Sammelröhren kommen, und dass sie um so weiter von ihnen abstehen, je mehr sie sich der Rindengrenze nähern. Anders als gegen die Sammelröhren verhalten sie sich dagegen zu den Schleifenschenkeln; die absteigenden Schleifenschenkel treten nämlich in den obern Theilen der Grenzschicht zwischen den Venenbündeln durch, wenn sie aus der Region der gewundenen Canäle zu den Bündeln der ausgestreckten Markcanäle hinsteigen.

G e f ä s s e d e r s e h n i g e n N i e r e n h ü l l e. Auf und in dieser sehnigen Haut verbreitet sich ein weitmaschiges Capillarnetz, wie es in den Fascialhäuten vorzukommen pflegt. Dieses bezieht seinen Zufluss theils aus den wenigen art. interlobulares, welche sich nicht vollständig in die vasa efferentia der glomeruli auflösen, und theils aus den Endästen einiger umgebenden Arterienstämme wie der art. phrenica, lumbalis, suprarenalis. — Aus den Capillaren gehen Venen hervor, welche theils in die Sternvenen der Nierenrinde, theils auch in andere ausserhalb der Niere gelegene venöse Stämme übergehen. Die letzteren begleiten in doppelter Anzahl die von aussen her kommenden Arterienzweige.

L y m p h g e f ä s s e. Bekanntlich kommen sowohl aus dem Hilus wie aus der sehnigen Hülle der Niere Lymphgefässstämme und Stämmchen hervor. — Die am Hilus austretenden lassen sich an den grösseren Stämmen der Blutgefässe verfolgen; über ihren Ursprung ist nichts bekannt. — Die Stämmchen der sehnigen Hülle kommen, wie eine sorgfältige Injection derselben lehrt, aus einem Netz kleinerer Lymphgefässe hervor, die zwischen den Faserbündeln

der Sehnenhaut liegen. Wenn dieses Netz unter einem selbst sehr mässigen Druck ausgespritzt wird, so geht die Masse auch in das Nierenparenchym über und dringt in die Spalträume ein, welche die gewundenen Rindencanäle von einander trennen. Nicht minder leicht füllen sich neben den Stämmen im Hilus auch die Stämmchen der Kapsel, wenn durch Harnstauung die Spalten der Niere mit Flüssigkeit ausgefüllt sind. Dieser leichte Uebergang der Flüssigkeiten aus einem Hohlraum in den andern fordert die Anwesenheit bestimmter anatomischer Einrichtungen; worin dieselben bestehen, ob sie dauernd oder nur zeitweilig die Communication der Spalten und der Lymphgefässe begünstigen, ist unbekannt.

Das Bindegewebe der Niere zeigt nicht überall dieselbe Zusammensetzung; die sehnige Kapsel, die nächste Umgebung der grossen Blutgefässe in dem Papillartheil des Markes weisen vorzugsweise fibrilläres, das Labyrinth der Rinde und die Grenzschicht des Markes vorzugsweise zelliges Bindegewebe auf. — Das faserige Flechtwerk, aus dem die sehnige Nierenhülle gewebt ist, liegt am dichtesten gegen die freie Oberfläche hin. Aus seinen innersten, die Niere unmittelbar begrenzenden Lagen gehen zahlreiche, aber sehr feine Fädchen zwischen die Formelemente der Rindenmasse; diese und die durchtretenden Blutgefässe vermitteln den allerdings lockeren Zusammenhang zwischen dem Nierenparenchym und der Sehnenhaut. — Zwischen den bogig gewundenen Canalstücken fehlt das streifige Bindegewebe. Abgesehen von den schon erwähnten äussersten Umfangsschichten machen hievon eine mindestens sehr häufige Ausnahme die Umgebungen der Nierenkörner und insbesondere derjenigen, welche dem Mark zunächst liegen. Um sie liegt oft ein faseriges Bindegewebe. Im Uebrigen liegen zwischen den Blutcapillaren und Harncanälen des Labyrinthes nur einzelne, kleine, spindelförmige Zellen und zwar so, dass die Längsachse ihrer Kerne zu derjenigen der Harncanäle senkrecht steht. Diese Zellen heften jedoch in keiner Weise weder die Windungen der Harnschläuche aneinander, noch auch diese an die Blutgefässe fest, was sich aus der Betrachtung einer Niere ergiebt, die mit acutem Oedem und mit Harnstauung behaftet ist. Bei einer solchen Niere ist die Rinde um ein beträchtliches grösser, als die des gegenüberliegenden gesunden Organs, also müssen sich die Schlauchwindungen merklich gestreckt haben; ausserdem sieht man auf Schnitten die Blutcapillaren und die Harngefässe um ein bedeutendes auseinandergetreten. — Die Räume zwischen den Röhren des Markes werden in der unmittelbaren Nähe der Papille durch ein deutlich streifiges Bindegewebe ausgefüllt, das in concentrischer Anordnung die Harncanäle umzieht; je weiter man gegen die Grenzschicht hindringt, um so zarter wird das streifige Gefüge und um so zahlreicher treten die zelligen Elemente auf, welche aus ihrem spindel- oder sternförmigen Körper Fäden von oft bedeutender Länge aussenden.

Die Nerven dringen mit den Gefässstämmen in die Niere; auf ihrem Verlauf sind sie mit wenigen Ganglien besetzt. Ueber die Nervenendigung

hat uns die anatomische Untersuchung noch keinen Aufschluss gewährt. Aus den Erfolgen der Reizung geht hervor, dass sie sowohl Fasern enthalten, welche die Empfindung vermittlen, wie auch solche, welche die ringförmigen Muskeln der kleinern Arterien verkürzen.

Geschichtliches. Anatomie der Harncanälchen an der Säugerniere. Die gestreckten Harncanälchen des Markes kennt man seit dem 17. Jahrhundert (Bellini), die gewundenen der Rinde seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts (Ferrein). In rascherer Folge entwickelten sich unsere Kenntnisse in den letzten 30 Jahren an der Hand folgender Methoden: 1) durch Vergleichung des leicht entwirrbaren Baues der Nieren niederer Wirbelthiere (Bdellostoma durch J. Müller, Coluber durch Bowmann) mit denen der Säuger. — 2) Durch eine genauere Anpassung der schon früher geübten künstlichen Injectionen an die Bedingung der Niere. Zuerst tritt die Anwendung des atmosphärischen Drucks auf (Huschke). Nun folgen der Gebrauch leichtflüssiger Massen (Carmin-Leim von Gerlach, Glycerin-Berlinerblau von Henle) und endlich die Anwendung eines nach Zeit und Stärke genau zu regelnden Druckes (C. Ludwig). — 3) Durch die Auffindung von Mitteln, welche das Bindegewebe und die Blutgefässe auflösen, die Harncanälchen aber unangegriffen lassen. Isaacs erreichte dieses Ziel durch Kochen der Nierenstückchen in sehr verdünnter Schwefelsäure, in Phosphor-, Chrom-, Bor-, Wein- und Citronensäure, oder auch durch Kochen in Chloroform (?); Henle führte kalte, concentrirte Salzsäure ein und Schweigger-Seidel ermittelte die beste Verwendungsweise derselben; C. Ludwig fand es vortheilhafter, die Nierenstückchen in einer mit viel Alkohol versetzten Salzsäure zu kochen und sie dann tagelang in destillirtem Wasser auszuwaschen. 4) Durch eine genauere Vergleichung der Wandstructur in verschiedenen Stellen derselben Niere (Henle). — Hierdurch wurde der Reihe nach gefunden, dass der von J. Müller entdeckte häutige Ueberzug des glomerulus als das blinde Ende des Harncanals durch den Hals in die bogig gewundenen Canäle übergeht, Bowmann, Gerlach. Danach zeigte Isaacs, dass sich der bogig gewundene Harncanal an der Rindengrenze zuspitze und später Henle, dass der feine Canal nach seinem Eintritt in das Mark dort schleifenförmig umbiege; gleichzeitig fand derselbe Beobachter, dass die weiten, aus der Papillentheilung hervorgegangenen Canäle an dem Ende des Markstrahles eine zweite Theilung erfahren. Die Verbindung zwischen den Aesten des Sammelrohrs und dem aufsteigenden Schleifenschenkel ward durch C. Ludwig und Zawarykin nachgewiesen. Durch Schweigger-Seidel endlich wurde das Schaltstück als ein constanter Bestandtheil des Canalverlaufs erkannt.

Die genauere Kenntniss vom Baue der Canalwand beginnt mit Henle; er wies die Anwesenheit der Grundhaut, des trüben Epitheliums in den gewundenen, des klaren in den gestreckten Canälen nach; v. Wittich erkannte den Mangel einer Zellenmembran in den Epithelien der bogig gewundenen Schläuche;

Roth deckte die Zusammensetzung der Kapseln aus Endothelzellen auf, und Steudener die eigenthümliche Gestalt der Epithelzellen im aufsteigenden Schleifenschenkel.

Der Verlauf des grössten Theils der Blutgefässe konnte von dem Augenblick an ohne Schwierigkeit erkannt werden, als man sich statt der bisher verwendeten Harz- und Wachsmassen des Leims bei der Injection bediente. Nur einzelne Verhältnisse boten Schwierigkeiten; so namentlich die Aeste der art. interlobulares, welche zwischen den glomerulis unmittelbar in das Netz übergehen, welche die Harncanäle umspinnt; sie wurden von Toynbee, Isaacs und Schweigger-Seidel als ein allgemeiner Bestandtheil der Säugethierniere erkannt; die arteriolae rectae verae entdecten unabhängig von einander R. M. Donnel und Virchow.

Das streifige Bindegewebe des Nierenmarks erwähnt zuerst Goodsir; die der Rinde eigenthümlichen Zellen Beer; die Zellen desselben Schweigger-Seidel.

Literatur.

Huschke. Lehre von den Eingeweiden. Leipzig 1844. Giebt in grosser Vollständigkeit die ältere Literatur. — Bowmann und Todd, physiological anatomy, London 1859. Bd. II. Kölliker. Handbuch der Gewebelehre, 1867.

Gerlach. Müller's Archiv, 1845 und 1848. — v. Wittich. Archiv für patholog. Anatomie, 1849. — C. E. Isaac's. Journal de la Physiologie, Bd. I, 1858. — Virchow. Archiv für patholog. Anatomie, Bd. 12. Beer. Die Bindesubstanz der Niere im gesunden und kranken Zustande, Berlin 1859. — Henle. Zur Anatomie der Nieren. Abhandlungen der k. Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen, Bd. 10. — C. Ludwig mit Zawarykin. Wiener akademische Sitzungsberichte, Bd. 48. — Roth. Untersuchungen über die Drusensubstanz der Niere, Bern 1864. Dissert. — F. Steudener. Nonnulla de penitiore renum structura, Halle 1864. Dissert. — Schweigger-Seidel. Die Niere des Menschen und der Säuger, Halle 1865. — Axel Key. Om Circulationsforhållandena i Njurarne, Stockholm 1865. — Hüfner. Zur vergl. Anatomie und Physiologie der Harncanälchen, Leipzig 1866. Dissert. — J. Duncan. Ueber die Malpighi'schen Knäuel in der Froschniere. Wiener akademische Sitzungsberichte, Bd. 56. — Ch. F. Gros. Essai sur la structure microscopique du rein. Strassburg 1868.

Capitel XXII.

Die Nebennieren.

Von

C. J. Eberth.

Bei den Fischen liegen die Nebennieren als stecknadelkopf- bis linsengrosse, paarige oder mehrfache Körperchen an der Vorder- oder Rückenfläche der Nieren. Zu den Nebennieren rechnet LEYDIG auch rundliche, den sympathischen Ganglien und Gefässen aufgelagerte Körper der Selachier.

Bei den Batrachiern, den geschwänzten wie den ungeschwänzten, bilden die Nebennieren kleine, gelbliche, an der Vorderfläche der Niere auf den venae renales revehentes gelegene Körner.

Bei den Sauriern liegen die Nebennieren als gelbliche Körper an den venae renales revehentes nahe ihrer Mündung in die untere Hohlvene. Bei den Schlangen finden sie sich an der inneren Seite der Geschlechtsdrüsen auf der ebengenannten Vene. Die Nebennieren der Chelonier behaupten die gleiche Lage wie jene der Batrachier, und die der Vögel liegen am oberen Rand der Nieren, unmittelbar an der Hohlvene.

Parenchym. Die Nebennieren bestehen aus zweierlei Zellenmassen, die man als Rinden- und Marksubstanz unterscheidet. Für die Säugethiere ist diese Bezeichnung, da sie zugleich das Verhältniss jener angiebt, passend, für die übrigen Wirbelthiere entspricht sie nicht, weil hier die beiden Substanzen nicht geschichtet sind, die Rindensubstanz in das Innere, die Markmasse bis zur Oberfläche vordringt.

Die Nebennieren der Fische (Aal) sind aus rundlichen Haufen eckiger und leicht sternförmiger, bald einfach, bald mehrfach geschichteter Zellen zusammengesetzt. Im Innern dieser Zellgruppen findet sich meist eine unregelmässige Höhle.

Ob den Nebennieren der Fische eine Marksubstanz zukommt, ist noch zu prüfen.

In den Nebennieren der Batrachier, Saurier, Chelonier und Vögel sind Rinde und Mark nicht wie bei den Säugethieren in Schichten angeordnet. Beide Substanzen bilden vielmehr neben und übereinander gelagerte rundliche Haufen oder verästelte Stränge und Cylinder.

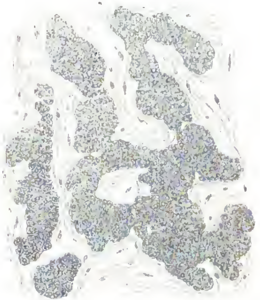


Fig. 454. Haufen und Stränge der Rindensubstanz aus der Nebenniere des Frosches.

Bei den Batrachiern stellen die oberflächlichsten Partieen der Nebennieren solide, rundliche und längliche Gruppen polygonaler mit Fetttröpfchen gefüllter Zellen dar. Dieselben entsprechen der eigentlichen Corticalsubstanz. Die Markmasse, die viel spärlicher entwickelt ist, als bei anderen Thieren, wird hier nur durch vereinzelte polygonale Zellen und kleine Haufen solcher repräsentirt, welche den Rindenpartieen aufgelagert sind. In der Tiefe besteht die Rindensubstanz aus verästelten und anastomosirenden Zellen-Strängen, welche mit ähnlichen Bildungen aus Markmasse sich kreuzen. Die Stränge sowohl wie die Zellenhaufen entbehren einer Membrana propria.

Aehnlich sind die Verhältnisse bei den Sauriern und Cheloniern.

Die Durchflechtung der verästelten Rinden und Markstränge ist noch ausgesprochener bei den Vögeln. Statt der soliden Stränge finden sich cylindrische Schläuche mit engem Lumen, die aber ebensowenig wie bei den Kaltblütern ein geschlossenes Netz bilden, sondern häufig blind enden. Die Zellen dieser Schläuche sind in den corticalen Partieen schmale Cylinder mit excentrischem Kern, in den medullaren mehr polymorphe, meist cylindrische und polygonale Elemente.

Bei den Säugethieren sind die beiden Substanzen in Schichten angeordnet. Die äussere oder Rindensubstanz ist von graugelber, oder, wenn sie sehr fettreich ist, von weissgelber Farbe und radiärem Bruch. Sie umgiebt in Form einer Kapsel die innere, graue Markmasse. In diese dringen mitunter

kleine Abschnitte der Rinde mit den grösseren Gefässen ein. Den schmalen Randpartieen fehlt das Mark. Die innersten Rindenlagen beider Seiten stossen hier zusammen und bilden einen einfachen bräunlichen Streifen.

Die accessorischen Nebennieren, die häufig in grösserer Zahl unmittelbar an dem Hauptorgan als kleine gelbe Körner sich finden, sind abgeschnürte, mit einem gefässreichen Bindegewebskern versehene Portionen der Rinde.

Bei dem Menschen tritt durch Fäulniss eine Erweichung der innersten Rindenschichte ein. Zwischen Mark und Rinde findet sich dann eine mit einem braunen Brei, der aus Blut und zerfallener Rindensubstanz besteht, gefüllte Höhle.

In der **Rinde** lassen sich **zwei** bis **drei** Schichten unterscheiden. Im letzteren Fall findet sich eine äussere und innere Lage rundlicher Zellenhaufen (Parenchymkörper), getrennt durch eine Schichte cylindrischer Zellenstränge (Rindencylinder, Rindenstränge). Dieses ist der Fall bei dem Menschen, Schwein, Hund, Igel und Meerschweinchen.

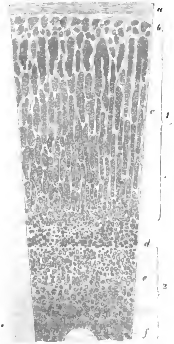


Fig. 155. Senkrechter Schnitt durch die Nebenniere des Menschen. 1 Rinde, 2 Mark. *a* Kapsel. *b* Schichte der äusseren Zellenhaufen. *c* Schichte der Zellenstränge (Zona fasciculata). *d* Schichte der inneren Zellenhaufen. *e* Marksubstanz. *f* Venendurchschnitt.

Bei anderen Thieren fehlen die äusseren Zellenhaufen, die Rindencylinder stossen unmittelbar an die umhüllende Kapsel und gehen nach unten über in die Lage der inneren Zellenhaufen. (Rind, Pferd, Katze, Kaninchen, Maus.)

Diese verschiedenen Blätter sind aber keineswegs so scharf gegen einander abgegrenzt, wie die Markmasse gegen die Rinde. Während bei der ersten Gruppe insbesondere beim Menschen die äusserste Lage noch am deutlichsten von der zweiten sich abhebt, ist die Grenze dieser gegen die innerste ganz verwaschen.

Die äusseren wie die inneren Zellenhaufen bestehen aus vereinzelten oder zu Gruppen vereinten polygonalen und rundlichen, einkernigen Protoplasmaballen. Die innerste Lage erscheint beim Rind als eine ziemlich gleichmässige Infiltration des Stromas mit polygonalen Zellen. Bei manchen Thieren (Mensch und Kaninchen) scheinen die einzelnen Zellen oft zu einer einzigen Masse zusammengeflossen. Die äusseren Zellengruppen des Hun-

des sind längliche und hufeisenförmige, aus Cylinderzellen bestehende Haufen.

Die Rindenstränge stellen längliche, cylindrische Zellenhaufen dar. Da sie dicht hinter- und nebeneinander liegen, erscheint deshalb die Rinde in etwas dickeren Schnitten und bei schwacher Vergrösserung aus langen, parallel laufenden Strängen gebildet (Mensch). Unter der Kapsel communiciren viele Stränge durch kurze Schleifen (Mensch). Auch im weiteren Verlaufe scheinen dieselben mitunter zu anastomosiren.

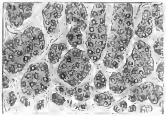


Fig. 156. Zellen und Zellenhaufen der äussersten Corticalschicht der menschlichen Nebenniere.

Die zelligen Bestandtheile sind die gleichen wie in der äussersten Lage, nur sind dieselben bei manchen Thieren constant, beim Menschen mitunter von grösseren und kleineren Fetttröpfchen durchsetzt.

Die innersten Zellen der inneren Rindenlage des Menschen sind durch ihre gelbliche Farbe ausgezeichnet.



Fig. 157. Horizontalschnitt durch die äussersten Rindenpartieen der Nebenniere des Pferdes. *a* Geschlossene Cylinder von der Fläche. *b* Rinnenförmige und cylindrische Rindenstränge. *c* Stroma.

Bei jenen Thieren, welche der äusseren Zellenhaufen entbehren, bilden die oberflächlichen Rindenstränge kürzere, miteinander öfter anastomosirende, rundliche und cylindrische Haufen (Rind), oder sind Cylinder, die unter der Kapsel durch kurze Bogen in einander übergehen (Kaninchen, Maus, Katze). Die Rindenstränge des Pferdes sind schmale Bänder und Rinnen, die nach Aussen durch allmählige Vereinigung ihrer Ränder in blind geschlossene Hohlcylinder sich umwandeln (Kölliker, Eberth).

Die Zellen der Rindenstränge sind bei dem Rind leicht cylindrisch oder polygonal, erstere mit dem Längsdurchmesser senkrecht zum Radius gestellt, bei dem Kaninchen sind dieselben vieleckig und bei dem Pferd bilden sie schmale Cylinder.



Fig. 158. Senkrechter Schnitt durch die Rinde der Nebenniere des Pferdes. *a* Kapsel. *b* Zellenstränge. *c* Zellenhaufen.

Beim Menschen sowohl wie bei anderen Thieren finden sich manchmal in den rundlichen wie cylindrischen Zellenhaufen centrale, unregelmässige Spalten. Niemals sind mir mit Epithel ausgekleidete Blasen vorgekommen, wie sie Grandry beschreibt.

Mark. Zwischen den weiten, engmaschigen Markgefässen bleibt ein schwammiges Gewebe aus einer zarten Bindesubstanz, welche die Markzellen trägt. Diese liegen bald isolirt, aber häufiger in rundlien Gruppen (Mensch), oder bilden netzförmige Stränge (Rind, Pferd, Schwein, Hund, Katze, Kaninchen, Meerschweinchen, Maus, Igel). Ausläufer dieser Stränge erstrecken sich mitunter in die Rinde, ja es finden sich auch an der Oberfläche kleine Gruppen von Markmasse.

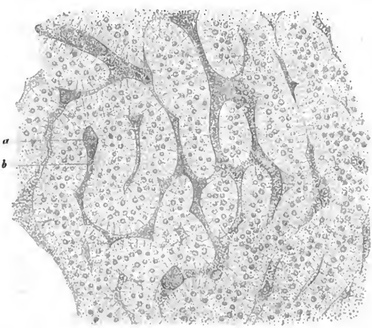


Fig. 159. Senkrechter Schnitt durch die Marksubstanz der Nebenniere des Rindes. *a* Blutgefässe. *b* Stränge der Markzellen.

Die Zellen des Markes sind sehr vielgestaltig und

zart. Beim Menschen sind sie sternförmig und polygonal, beim Schwein oft cylindrisch, beim Pferd und Rind sind sie oft kaum zu erkennen, statt ihrer trifft man eine feinkörnige Masse mit central oder excentrisch gelegenen Kernen, oder daneben cylindrische und sternförmige mit einander anastomosirende Zellen.

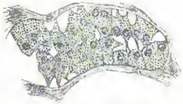


Fig. 160. Markzellenstrang der Nebenniere des Rindes.

Durch Lösungen von chromsaurem Kali werden die Markzellen intensiv gelb und braun gefärbt, während die Rinde unverändert bleibt oder höchstens leicht gelb, wie andere Gewebe, tingirt wird. Diese Reaction, die in gleicher Intensität bei den verschiedensten Thieren sich findet, wird durch Einwirkung von Alkohol vereitelt. Sie leistet wesentliche Dienste zur Unterscheidung der corticalen und centralen Zellen, wo weder durch die Form noch durch die Anordnung derselben eine genaue Trennung beider Substanzen möglich ist.

Beim Menschen erfolgt nur eine leichte Bräunung gegenüber der intensiven Färbung bei dem Rind, Schwein, Hund, der Katze, dem Igel, Meerschweinchen, Kaninchen, der Maus und Ratte, der Taube, Ente, dem Huhn, der Schildkröte und Eidechse, dem Frosch und Salamander. Von Nebennieren der Fische standen mir leider nur Weingeistpräparate zu Gebote.

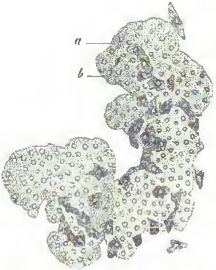


Fig. 161. Aus der Nebenniere des Frosches. a Rindezellenhaufen. b Markzellen.

Gerüste. Von der bindegewebigen Kapsel gehen gröbere Fortsätze in die Tiefe und trennen einzelne Parenchymbezirke ab (Rind). Sie hängen seitlich mit den lateralen Fortsätzen feinerer Bindegewebspfeiler zusammen, die wieder unter sich anastomosiren. Zwischen diesen Balken bleiben rundliche und längliche Räume frei, welche von den Zellenhaufen und Strängen ausgefüllt werden.

Bei dem Rind lösen sich die stärkeren Bindegewebspfeiler bald in ein sehr zartes Gerüste mit gleichgrossen, eckigen Maschen auf, deren jede eine Zelle birgt.

Noch spärlicher als in der Rinde ist das Stroma im Marke. Hier dient es nur als Umhüllung der Zellengruppen.

Eigentliche Membranen um die Zellenhaufen der Rinde und des Markes, wie sie von Grandry, Henle und Anderen angenommen werden, finde ich nicht, selbst nach Maceration in Säuren und Alcalien. Vermuthlich sind die feinen membranösen Bindegewebssepta oder die Wandungen der Blutgefässe, welche oft unmittelbar an die Zellen-Haufen stossen, für die Membranen dieser letzteren gehalten worden.



Fig. 162. *a* Bindegewebspfeiler der äussersten Corticalschicht aus der Nebenniere des Ochsen. *b* Parenchymzellen.

Blut- und Lymphgefässe. Die Nebennieren gehören zu den gefässreichsten Organen. Ihr Blut beziehen sie von der Arteria phrenica, coeliaca, Aorta und renalis. Einige Aeste dieser Gefässe dringen durch die Kapsel mit den Fortsätzen dieser in die centrale Markmasse ein, andere bilden schon in der Kapsel ein weitmasehiges Capillarnetz, und viele gehen, nachdem sie diese durchsetzt und in feinere Zweige sich aufgelöst haben, in die Capillaren der Rinde über.

Die Venen kommen aus dem Mark und ergiessen sich in die centrale grosse Vene, welche durch den Hilus das Organ verlässt, um zur Cava inferior zu gelangen. Kleine paarige Venen treten die Arterien begleitend durch die Rinde und münden in die Venae phrenicae, renales und die Cava inferior. Nach Arnold entspringen sie in der mittleren Corticalschichte (Zona fasciculata).

Die Arterien lösen sich in der äussersten Corticalschicht in ein Capillarnetz auf, dessen rundliche Maschen die Zellenhaufen (Parenchymkörper) einnehmen. In der zweiten Zone bilden diese Gefässe durch kurze Queranastomosen verbundene, radiär gestellte Maschen, um darauf in der innersten Schichte in analoger Weise wie in der äussersten sich zu vertheilen.

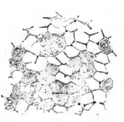


Fig. 163. Feines Geruste aus der innersten Corticalschicht der Nebenniere des Ochsen mit einzelnen Parenchymzellen.

Arnold unterscheidet in der äussersten Rindenlage noch Gefässknäuel. Ich habe mich ebensowenig wie Kölliker von ihrem Vorkommen überzeugen können. Die Verschiedenheit der Rindenstructur lässt übrigens eine gewisse Mannichfaltigkeit der Gefässvertheilung vermuthen.

Die Markgefässe nehmen ihren Ursprung aus den Capillaren der innersten Rindenschichte. Sie stellen ein engmaschiges Netz ungleich weiter, häufig stark dilatirter Gefässe dar, die ihr Blut in die Nierenvene entleeren. Die centralen Theile des Marks werden nach Arnold auch von Arterien gespeist, welche in den Bindegewebspfeilern verlaufend mit den Capillaren des Markes communiciren.

Sowohl die engeren corticalen, wie die weiten Capillaren des Markes sind sehr dünnwandige, nur von dem Endothelrohr gebildete Canäle. Sie liegen unmittelbar den Parenchymkörpern an und sind mit dem spärlichen Stroma so fest verwachsen, dass sie schwer isolirt darzustellen sind. Es hat dieses Verhalten schon zur Annahme wandungsloser Blutbahnen geführt.

Lymphgefässe. Ausser den einzelnen Stämmchen, welche Ecker, Kölliker, Arnold an der Oberfläche gesehen, unterscheidet Letzterer noch tiefe Gefässe. Ausgebuchtete, dünnwandige Hohlräume, welche Moers im Inneren der Drüse neben den Arterien beobachtete, möchte derselbe als Durchschnitte von Lymphröhren betrachten.

Nerven. Die Nebennieren sind reich an Nerven. Diese stammen aus dem Ganglion semilunare, dem Plexus renalis, dem Phrenicus und Vagus und treten am inneren und unteren Rand in das Innere. Sie vertheilen sich vorzugsweise in der Marksubstanz, wo sie vielfach sich kreuzende kräftige Stränge und seltener zarte Geflechte bilden. Bi- und multipolare Ganglien finden sich häufig theils isolirt, theils in grösseren Gruppen in den Marknerven an den Theilungsstellen (Holm, Eberth). Seltener sind Ganglienzellen in der Rinde. Die Nerven sind schmale, dunkelrandige Fasern.

Es ist noch zweifelhaft, ob die Nerven im Innern des Organs endigen oder nur als ein endloser Plexus dasselbe durchsetzen.

Unwahrscheinlich ist die nervöse Natur jener Zellen, die beim Ochsen an der Grenze zwischen Rinde und Mark und in diesem haufenweise die Nerven begleiten. Diese Elemente sind kleiner als die ächten Ganglienzellen, aber etwas grösser und glänzender als die Zellen der Rinde, eckig und ohne Ausläufer. Sie färben sich etwas rascher als die corticalen Zellen in Carmin (Holm, Eberth) und werden nicht wie die des Markes durch chromsaures Kali gebräunt. In ihrer Anordnung gleichen dieselben am meisten jenen Elementen der Rinde, welche in gröberen Zügen stärkere Gefässe durch das Mark begleiten (Holm, Eberth).

Bei den Batrachiern und der Eidechse vermisse ich die Nerven im Parenchym. Sehr spärlich sind dieselben bei der Schildkröte. Grosse Ganglien finden sich bei Vögeln an der Oberfläche des Organs, dagegen ist letzteres selbst ziemlich arm an Nerven und Ganglienzellen. Unter den Säugethieren sind die Nebennieren der Fleischfresser und des Kaninchens spärlich mit Nerven versehen, während dagegen die des Menschen und des Schweines durch einen grossen Nervenreichthum ausgezeichnet sind, worin sie übrigens noch von dem Rind übertroffen werden.

Nachdem sich die Angabe, die Marksubstanz der Nebennieren bestehe ganz oder grösstentheils aus Ganglienzellen (Luschka, Leydig), als unrichtig erwiesen hat, bedarf es einer neuen Prüfung, ob, wie Leydig behauptet, bei den Selachiern, Ganoiden und Reptilien »den einzelnen Ganglien des Sympathicus Portionen von Nebennieren angeheftet sind, oder vielmehr als integrirende Bestandtheile jener sich bekunden.« Diese Abschnitte der sympathischen Ganglien sollen der Markmasse entsprechen, während dagegen die Rinde bei Fischen und Reptilien den Gefässen aufgelagert scheint. Die soge-

nannten Axillarherzen beim Zitterrochen, würden solche Rindenpartieen darstellen.

Leydig ist auch geneigt, Zellenhaufen, welche bei Wirbellosen (Paludina, Pontobdella) neben den Ganglien sich finden, als Aequivalente der Nebennieren zu betrachten.

Literatur.

Nagel. Müller's Archiv, 1836. S. 366.

Bergmann. De glandulis suprarenalibus. Diss. inaug. Göttingen 1839.

A. Ecker. Der feinere Bau der Nebennieren beim Menschen und den vier Wirbelthierklassen, 1846. Artikel Blutgefässdrüsen in Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. IV. 1849.

H. Frey. Art. »Suprarenal capsules« in Todd's Cyclopaedia of Anat. 1849.

Virchow. Zur Chemie der Nebennieren. Dessen Archiv 1857.

Leydig. Lehrbuch der Histologie 1857.

Leydig. Zur Anatomie und Histologie der Chimära monstrosa. Müller's Archiv 1851.

Leydig. Beiträge zur Anatomie und Entwicklung der Rochen und Haie.

B. Werner. De capsulis suprarent. Dorpat 1857. Dissertatio.

Vulpian. Gaz. méd. 1856. p. 656. 1857. p. 84. Gaz. hebd. 1857. p. 665.

G. Harley. The histology of the suprarenal capsules, in Lancet 5. u. 12. Juni 1858.

G. Joesten, Archiv für phys. Heilkunde 1864. S. 97.

A. Moers. Virchow's Archiv, Bd. XXIX. S. 336.

Henle. Anatomie des Menschen. Bd. 2. 1866.

Arnold, Jul. Ein Beitrag zu der feineren Structur und dem Chemismus der Nebennieren. Virchow's Archiv. Bd. 35. 1866. S. 64.

Holm. Ueber die nervösen Elemente in den Nebennieren. Sitzungsberichte der Wiener Akademie. Bd. 53. 1. Abtheilung. 1866.

Grandry. Structure de la capsule surrénale. Journal de l' anatomie et de la physiologie 1867.

Kölliker. Handbuch der Gewebelehre. 5. Aufl. 1867.

Capitel XXIII.

Die Harnblase und die Ureteren.

Von

Heinrich Obersteiner.

(Aus dem physiologischen Institute der Wiener Universität.)

Harnblase und Ureteren bilden einen Complex von Organen, denen eine mehr passive als active Rolle zugetheilt ist; die physiologische Bedeutung derselben besteht aller Wahrscheinlichkeit nach blos darin, den von den Nieren erzeugten Urin aufzunehmen und weiter zu befördern.

Daraus geht schon die relative Einfachheit ihrer anatomischen Verhältnisse hervor, sowie die Uebereinstimmung, welche Harnblase und Ureteren in ihrem Baue darbieten.

Die Harnblase besitzt an ihren oberen Theilen einen Peritonealüberzug, der an der hinteren Wand weiter nach abwärts reicht, als vorne und seitlich. Die Dicke ihrer Wand wechselt je nach dem Füllungsgrade und schwankt beim Menschen, wenn wir von den localen Verschiedenheiten absehen, zwischen 2 und 15 Millim.

Die Harnblase der meisten Säugethiere stimmt ihrem Baue nach im Allgemeinen mit der des Menschen überein, so dass wir uns auf die Beschreibung dieser beschränken wollen.

Unter den Wirbelthieren fehlt die Harnblase den Vögeln, einigen Fischen, Amphibien und Reptilien. Der Urin dieser Thiere ist so reich an harnsauren Salzen, dass durch längeres Verweilen desselben in der Blase eine zu starke Sedimentirung eingeleitet würde.

Die Harnblase einiger Reptilien und Amphibien (z. B. Schildkröte, Frosch) mündet gleich den Ureteren, in die Cloake, so dass der Harn auch entleert werden kann, ohne die Blase passirt zu haben. Ein ähnliches Verhalten bieten unter den Säugethieren die Monotremata dar.

An der menschlichen Harnblase trifft man von innen nach aussen zu auf folgende Schichten.

I. Das Epithel. Dasselbe ist mehrfach geschichtet und durch die grossen Differenzen, die sich in seinen verschiedenen Lagen zeigen, characterisirt.

Zu innerst findet man eine oder auch zwei Lagen von Zellen, die meist eine rundlich polyedrische oder, besonders die grösseren, eine mehr platte Form besitzen, aber in Gestalt und Grösse vielfach variiren. Oft sind ihre Kanten und Ecken in der Weise ausgezogen, dass an der Unterseite eine Con-

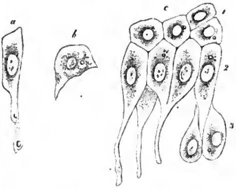


Fig. 164. Epithel der Harnblase, *a* eine Zelle der zweiten Schichte, *b* eine Zelle der ersten Schichte, *c* zeigt die 1. 2. und 3 Schichte des Epithels in Zusammenhang.

cavität entsteht, in welche der Körper einer Zelle aus der nächsten Schichte passt. Ihr Inhalt ist mässig granulirt und enthält einen bis zwei Kerne mit deutlichen Kernkörperchen. Es entsprechen diese den Zellen, die sich häufig im gelassenen Urine finden. Man hat mitunter Gelegenheit zarte, ganz hyaline Tropfen zu beobachten, die an einer oder an mehreren Stellen der Seitenwand heraustreten, ohne dass die Zelle selbst schrumpfen oder sich sonst wie sichtbar verändern würde, wie sich dies auch an anderen Epithelien zeigt.

Die folgende Lage von Epithelialzellen (Fig. 164 *a*,*c* 2) zeichnet sich vor den übrigen wesentlich durch die Regelmässigkeit ihrer Elemente, die in einfacher Weise gelagert sind, aus. An Grösse untereinander gleich (etwa 0.03 Millim. im längsten Durchmesser) sind die an einem Ende conisch verjüngten Zellen mit ihrer breiten convexen Basis gegen die Oberfläche, mit der Spitze gegen die Tiefe gerichtet. — Dieses Ende setzt sich in einen oft varicösen, verschieden langen, ungetheilten Stiel fort, so dass diese Elemente sehr an die Epithelialzellen der Nasenschleimhaut erinnern.

Das weitere Schicksal dieser Stiele oder Fortsätze, die in der tiefsten Schichte der Epithelialzellen stecken, lässt sich nicht leicht ermitteln, doch scheint ein Zusammenhang derselben mit der obersten Schichte des Bindege-

webes, auf der das Epithel der Blase aufsitzt, sei es mit den bindegewebigen oder den nervösen Elementen jener Lage, sehr wahrscheinlich. — Dafür spricht der Umstand, dass die Fortsätze, wenn man sie noch so sorgsam isolirt, dennoch nie am freien Ende spitz zulaufen, sondern immer den Anschein haben, als hätte man nicht ihre ganze Länge erhalten, als seien sie bloss abgerissen. Ferner spricht dafür die Beobachtung, dass nach Ablösung des Epithels oft aus dem Bindegewebe feine umgebogene Fasern von gleicher Dicke wie die Zellenfortsätze herausragen, ja es gelingt sogar unter günstigen Umständen Bilder zu bekommen, die einen unmittelbaren Zusammenhang beider Gebilde zu zeigen scheinen.

Die vielfach discutirte Frage von der Entstehung der Epithelialzellen aus dem unterliegenden Bindegewebe dürfte für ein solches Verhalten ebenfalls Zeugniss ablegen.

Die tiefste, äusserste Lage des Epithels, Fig. 164 *c* 3 ist von ziemlich unregelmässigen ovalen Zellen gebildet, die häufig gegen die Oberfläche ausgezogen sind, da sie zwischen den konischen Enden der Zellen aus der früher erwähnten Schichte eingekeilt liegen.

II. Die Bindegewebsschichte. Eine etwa 0.02 Millim. dicke, aus sehr dichtem, feinfaserigem und kernreichem Bindegewebe gebildete Schichte, liegt dem Epithel an und scheidet sich scharf von der 0.8—1.5 Millim. dicken, äusseren Lage, die ärmer an Bindegewebskörperchen und aus dickern Bündeln von Fibrillen zusammengesetzt ist. Reichliche elastische Fasern, sowie nicht wenige theils einzelne, theils zu kleinen Bündeln angeordnete glatte Muskelfasern durchziehen letztere in verschiedenen Richtungen.

In der Nähe der Urethramündung finden sich hie und da vereinzelte acinöse Drüsen von derselben Art, wie die in der pars prostatica urethrae befindlichen. — Sie sind keineswegs constant und scheinen besonders in den ersten Lebensjahren spärlicher vorhanden zu sein, was auf eine Neubildung dieser Drüsen noch ziemlich spät nach der Geburt hinweisen würde. Auf das Verhalten der Gefässe und Nerven komme ich später zu sprechen.

III. Die Muskelschichte. Die Fasern der muscularis sind 0.1 bis 0.25 Millim. lang und besitzen einen deutlichen, langgestreckten, stäbchenförmigen Kern. Bedeutend länger bis 0.4 Millim. und darüber und besonders schön isolirt zu beobachten sind die Muskelfasern in der Harnblase des Frosches.

Die Fasern der menschlichen Harnblase vereinigen sich zu rundlichen Bündeln und Strängen von 0.03—0.15 Millim. Dicke, die durch Bindegewebssepimente getrennt werden, in denen Gefässe und Nerven verlaufen. — Die Dicke dieser Scheidewände ist local wie individuell sehr verschieden, im Allgemeinen aber bei Kindern relativ viel bedeutender, als bei Erwachsenen, indem bei jenen in der Muskelschichte das Bindegewebe den Muskeln gleichkommt, ja dieselben sogar noch übertreffen kann.

Bloss in der Gegend des Sphincter vesicae sind die Muskelbündel durch

das interstitielle Bindegewebe ganz auseinandergedrängt und aufgelokert; dieses schiebt sich so zwischen die Fasern hinein, dass diese einzeln oder nur zu wenigen vereint angetroffen werden.

Der Verlauf dieser Muskelbündel ist keineswegs ein ganz regelmässiger und weicht im Einzelnen vielfach von einer schematischen Darstellung ab.

Wollte man aber eine solche geben, so wäre die einfachste und den Thatsachen noch am meisten entsprechende folgende: Zu innerst trifft man auf ein Netz von Ringsmuskelbündeln, die sich unter spitzen Winkeln kreuzen und querliegende Maschen bilden. — Diese Fasern sind besonders am ostium internum urethrae stark entwickelt; an dieser Stelle ist auch der Verlauf der Bündel ein mehr geordneter, indem sie untereinander ziemlich parallel verlaufend einen vollständigen Ring um die Blasenmündung bilden, den Sphinter vesicae. — Nach aussen von dieser circulären Schichte folgen dann die Längsbündel, die gegen den Vertex hin das Uebergewicht bekommen und sich bei Kindern noch theilweise in den obliterirten oder eine Strecke offenen Urachus fortsetzen. Ich kann unmöglich auf eine feinere Detaillirung des Muskelverlaufes eingehen, da ich denselben bei den verschiedenen, von mir darauf untersuchten Blasen so wechselnd gefunden habe, dass jede eingehende Beschreibung nur für den Einzelfall Berechtigung hätte.

Das Trigonum Lieutodii besteht bloss in einer von den Mündungen der Ureteren zum caput gallinaginis leitenden Verdickung der Bindegewebsschichte mit all ihren Elementen.

Die Gefässe der Blase, Arteria vesicalis superior und inferior aus der Arteria hypogastrica, treten an der Rückwand derselben zumeist am Fundus an diese heran und breiten sich an derselben aus; hierauf durchsetzen sie die Muskelschichte, in der sie einzelne kleinere Aeste abgeben, in schiefer Richtung, um sich in der Bindegewebsschichte etwa in der Mitte zwischen Epithel und Muskelhaut, oder auch jenem näher parallel der Oberfläche auszubreiten. Von diesen Stämmen steigen kleinere Aeste senkrecht gegen das Epithel auf und bilden gerade unter demselben durch eine mitunter kaum wahrnehmbare Faserlage von diesem getrennt, ein feines und dichtes Capillarnetz. Ist die Blase in Falten gelegt, so sind es gerade diese kleinen Aeste, welche die Mitte der Falte einnehmen und so vor Knickungen und Zerrungen bewahrt werden. Die Nerven sind noch in der Bindegewebsschichte, besonders aber am Fundus vesicae nahe der Blasenmündung, wo sie in grösserer Menge vorhanden sind, als markhaltige Fasern zu verfolgen. — Ueber ihre Endigungsweise lässt sich schwer ein richtiges Urtheil fällen. Kisselew will sie in eigenen Zellen der Epithelialschichte endigen lassen, die sich vor den übrigen Epithelialzellen durch stärkere Imbibitionsfähigkeit für Carmin und festeres Anhaften an dem unterliegenden Bindegewebe auszeichnen, doch scheint er damit nur ähnliche Objecte gesehen zu haben, wie die Wanderzellen.

Auch einzelne Ganglienzellen, allein nur sehr spärliche, sind den Nerven in ihrem Verlauf beigegeben.

An der Blase des Frosches sind die markhaltigen Nervenfasern besonders schön zu verfolgen; ihre Windungen umgeben grosse, gelb pigmentirte, mit starker Epitheliallage versehene Ganglienzellen, die JAKUBOVITSCH zuerst beschreibt.

Die Ureteren zeigen — wie Eingangs erwähnt wurde — einen ganz ähnlichen Bau, wie die Harnblase. — Das Epithel gleicht dem der Blase vollkommen, unter ihm folgt eine Bindegewebslage und auf diese eine dreifache Muskellage; die innerste derselben ist längs gerichtet, die mittlere circulär; die äusserste schwächste besitzt einen weniger regelmässigen, allein vorwiegend longitudinalen Verlauf. Als Adventitia bildet eine dünne Bindegewebsschichte das äusserste Stratum der Ureteren.

Die Blutgefässe verhalten sich ebenfalls analog denen der Blase; ENGELMANN[1] beschreibt sie beim Kaninchen als ein subepitheliales Capillarnetz, dem das Epithel unmittelbar, durch keine Bindegewebslage getrennt aufsitze. Doch scheint die Lage der Capillargefässe beim Menschen eine geschütztere, weniger oberflächliche zu sein.

Eine geringe Anzahl markhaltiger Nerven dringt in den Ureter ein. Ganglienzellen nachzuweisen gelang mir nicht, ausser in dem, von ENGELMANN Grundplexus genannten Geflechte in der Adventitia.

Literatur.

KOHLRAUSCH. Zur Anatomie und Physiologie der Beckenorgane. 1854.
BARKOW. Anatom. Untersuchungen über die Harnblase. 1858.
UFFELMANN. Zur Anatomie der Harnorgane. HENLE und PFEUFER. 17. Bd.
BURCKHARDT. Das Epithelium der ableitenden Harnwege. VIRCHOW's Arch. 17. Bd. S. 94.
LINCK. Ueber das Epithel der harnleitenden Wege. REICHERT und DU BOIS Archiv. 1864. S. 137.
SABATIER. Recherches anat. et physiol. sur les appareils musculaires. Montpellier médical. 1864.
SUSINI. Recherches sur l'imperméabilité de l'épithelium vésical. Journal de l'Anatomie. Robin 1868. S. 144.
KISSELEW. Ueber die Endigung der sensiblen Nerven der Harnblase. Centralblatt 1868. Nr. 22.
TH. ENGELMANN. Zur Physiologie des Ureters. PFLÜGER's Archiv II. 4. 5. Heft.
BOEVIN. Over den bouw en de beweging der ureteres. Utrecht 1869.

[1] PFLÜGER's Archiv für Physiologie 1869. 2. Bd. 4. 5. Heft.

Capitel XXIV.

Der Hoden.

Von

v. la Valette St. George.

Aeussere Theile des Hodens.

Die männliche Geschlechtsdrüse wird von einer derben, fibrösen Hülle, der Tunica albuginea, welche sich auch auf den oberen Theil des Ausführungsganges, den Nebenhoden, fortsetzt, prall umschlossen.

Die äussere Fläche dieser Faserhaut ist glatt und glänzend durch den Ueberzug, welchen sie von dem inneren oder visceralen Blatte der Tunica vaginalis propria erhält.

Im Bereiche des Hodens ist diese als Tunica adnata unzertrennbar mit der Albuginea verwachsen, haftet dagegen am Nebenhoden nur locker an. Das Gewebe der serösen Decke verlängert sich häufig zu zottenartigen Excrescenzen, welche von v. Luschka [1] ausführlich beschrieben und sowohl am scharfen Rande des Nebenhodens als auch am oberen Rande des Hodens selbst aufgefunden wurden. Es tragen diese Fortsätze ein aus mehreren Schichten gebildetes Plattenepithel oder nur vereinzelte runde Zellen. Auch wurden Zellen beobachtet, welche eine unregelmässige Gestalt darboten und Einschnürungen zeigten.

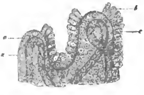


Fig. 165. Scheidenhautzotte mit Cylinderepithel. *a* Gefassschlinge, *b* Epithel. *c* Kerne.

Ich habe derartige »Scheidenhautzotten« vielfach gesehen bis zu 7 Millim. Länge und 4 Millim. Breite, darunter solche, welche von cylindrischen Zellen überzogen wurden.

Im Uebrigen besteht das Epithel der Tunica adnata, wie man dasselbe

1) Virchow's Archiv, Bd. VI, S. 321.

leicht durch Abschaben erhält, aus einer 8 μ. dicken Lage verschieden grosser, polyedrischer Zellen mit scharf begrenztem ovalem Kerne und einem oder zwei Kernkörperchen. Der Inhalt der Zellen ist fein granulirt und zeigt bisweilen kleine Fetttröpfchen. An dem Kopfe des Nebenhodens und dem oberen Theile des Hodens sitzen die sogenannten Morgagni'schen Hydatiden an, von denen die obere entweder hohl oder solid, mehr oder weniger lang gestielt, als Rest des Müller'schen Ganges angesehen wird, die untere, abgeplattet, keulenförmig, nach v. Luschka[1] zuweilen mit dem Canal des Nebenhodens in Verbindung steht. Von Giraldès[2], Henle[3] und Kölliker[4] wird als Corps innominé, Parepidydimis, Organ de Giraldès, ein Convolut von geschlossenen, an beiden Enden kolbenförmig aufgetriebenen Röhrchen beschrieben, welche zwischen dem Kopfe des Nebenhodens und dem Vas deferens liegen und vielleicht, analog dem Nebeneierstocke, als Rest des Wolf'schen Körpers aufzufassen sind.

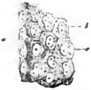


Fig. 166. Epithel der Tunica albuginea. a Umgeschlagener Rand. b Zellen. c Kerne.

Die Faserhaut des Hodens wird von Bindegewebe mit feinen spärlichen, elastischen Fasern gebildet; ihre Dicke nimmt nach dem hinteren Rande zu. Hier dringt sie als Mediastinum testis oder Corpus Highmori ins Innere der Drüse ein. Ausserdem schickt sie von ihrer ganzen Innenfläche neben einzelnen Bindegewebsbündeln platte Fortsätze, die Septula testis, dem Mediastinum entgegen.

Das parietale Blatt der Tunica vaginalis propria besteht ebenso wie das viscerale aus Bindegewebe, welches von feinen elastischen Fasern durchzogen wird, und zeigt an seiner inneren Fläche dasselbe einfache Plattenepithel.

Die Tunica vaginalis propria wird umhüllt von einer zweiten bindegewebigen Haut, der Tunica vaginalis communis, welche nach der Spitze des Hodens dichter wird, höher nach oben dagegen ein lockeres, blätteriges Gefüge zeigt.

An ihrer inneren Seite zwischen ihr und der Propria, mit beiden Häuten verbunden, fand Kölliker glatte Muskelfasern auf, welche von Henle als Cremaster internus beschrieben werden und nach Rouget sich auch auf die Septula testis fortsetzen[5]. Auf ihrer Oberfläche verlaufen die fächerförmig auseinander weichenden, von elastischen Fasernetzen umwebten Bündel des Cremaster externus. Ausserdem trägt sie nach Rektorzik[6] kleine gefässlose, rundliche und zum Theil gestielte Excrescenzen. Die äussere Hülle des Ho-

1) Virchow's Archiv, Bd. VI, S. 310.
2) Bulletin d. l. s. anat. de Paris 1857, p. 789, Journal de la Physik, IV, p. 1.
3) Handbuch d. Eingeweidel. S. 364. 4) Handb. d. Gewebel. S. 537.
5) Compt. rend. T. 4. p. 902. 6) Wiener Sitzungsberichte 1857. Jan. S. 154.

dens wird vom Hodensacke gebildet, dessen Unterhautzellgewebe sowohl vereinzelt als netzförmig zusammenhängende Bündel von glatten Muskeln enthält, welche nach Treitz [1] durch elastische Sehnen mit der vorderen Fläche der Schambeine, dem Ligamentum suspensorium penis und den Schenkelfascien in Verbindung treten. Diese von Kölliker zuerst in ihrer wahren Structur beschriebene Tunica dartos haftet durch lockeres Bindegewebe, welches in seiner hinteren Partie eine Fettlage zeigt [2], an der Tunica vaginalis communis an und bildet in der Mittellinie des Hodensackes das Septum scroti, welches diesen in zwei Hälften abtheilt. Sie wird überzogen von einer mit grossen Talg- und Schweissdrüssen versehenen Cutis, welche eine stark pigmentirte Epidermis deckt.

Innere Theile des Hodens.

Bau der Hodencanälchen. Die Septula testis bilden ein Fachwerk, welches die eigentliche Drüsensubstanz als Lobuli testis zwischen sich aufnimmt.

Zum grössten Theile besteht dasselbe aus den Hodencanälchen, Canaliculi seminales, welche vielfach gewunden und, nach der Oberfläche des Organes mit einander anastomosirend, gegen das Mediastinum hin verlaufen. Auf diesem Wege nehmen sie eine gestrecktere Richtung an und vereinigen sich mit einander, bis sie sich in das Corpus Highmori einsenken, um zum Hodennetze, Rete testis, zusammenzufliessen. Aus dem oberen Theile desselben treten zwölf bis vierzehn Canälchen hervor, welche durch zunehmende Windungen eine kegelförmige Gestalt erhalten und als Samenkegel, Coni vasculosi, den Kopf des Nebenhodens bilden, indem sie sich nacheinander in den Canal der Epididymis einsenken.

Dieser, vielfach gewunden, liegt an dem hinteren Rande des Hodens wie eine Spange an, sendet noch das sich abzweigende und blind endigende Vas aberrans aus und geht, sich vom Hoden entfernend, in das aufwärts steigende, anfangs noch geschlängelte, später gerade verlaufende Vas deferens über.

Was den Anfang der Hodencanälchen betrifft, so stimmen jetzt die meisten Autoren (J. Müller, Krause, Berres, Beale, Sappey, Kölliker, v. Luschka) darin überein, dass sie theils von blinden Enden, theils von Anastomosen ihren Ursprung nehmen. Abgerundete Ausläufer fand ich vielfach an den in Essig macerirten Hodencanälchen des Kindes.

Die Samencanälchen messen im Durchschnitte 0.2 Millim.; die Dicke ihrer Wand wechselt nach der Füllung.

Ueber diese Membran selbst gehen die Ansichten noch auseinander. Nach

1) Prager Vierteljahrsschrift, 1853. I, p. 113.
2) Henle, Handbuch der Eingeweidelehre, S. 420.

älteren Angaben von Henle[1], welche sich, wie derselbe vermuthet[2], auf kleinere Säugethiere beziehen, ist sie wasserhell, structurlos und mit spärlichen, längsovalen Kernen versehen. Ebenso nennt Lereboullet[3] sie beim Kaninchen structurlos. Valentin[4] hielt eine muskulöse Mittelschicht für nachweisbar, welche nach innen von Pflasterepithel, nach aussen von einer ganz hellen, durchsichtigen, mit länglichen Zellenkernen versehenen Membran begrenzt sein soll. Gerlach[5] findet Verschiedenheiten zwischen dem Bau der Samencanälchen neugeborener und junger Thiere und erwachsener. Während bei jenen die Wand der Hodenröhrchen eine glashell structurlose Membran mit mehr oder weniger länglichen Zellenkernen darstelle, erscheine bei diesen an der äusseren Seite eine Faserlage, aus Bindegewebe mit einzelnen, längsovalen Kernen bestehend. Henle[6] beschreibt die Membran der Hodencanälchen in folgender Weise: »Sie erscheint auf Längsschnitten der Canälchen längsstreifig, auf Querschnitten concentrisch gestreift; in beiden Ansichten zeigt sie zwischen den Streifen dunkle, scheinbar stäbchenförmige Kerne; ausgebreitet und von der Fläche betrachtet erscheint sie homogen mit ziemlich regelmässig geordneten, sehr blassen, kreisrunden Kernen. Daraus ist zu schliessen, dass sie lamellös und aus platten Schüppchen mit abgeplatteten Kernen zusammengesetzt ist.«



Fig. 167. Hodencanälchen eines einjährigen Kindes mit blinden Enden.

Frey[7] unterscheidet zwei Schichten, eine structurlose Membrana propria und eine äussere, derbe Haut von einer faserig-streifigen Natur mit länglichen Kernen und giebt dazu eine Abbildung aus dem Kalbshoden, sowie vom Samencanälchen des Menschen.

Nach von Hessling[8] bestehen die Samencanälchen aus einer 1 μ. dicken, structurlosen Drüsenmembran, membrana propria; aussen legt sich um dieselbe eine 3 μ. mächtige, feinstreifige, lamellöse Bindegewebshülle mit länglich runden Kernen, welche vom übrigen interstitiellen Bindegewebe scharf abgegrenzt ist.

Kölliker[9] nennt die Umhüllung der Samencanälchen eine Faserhaut, welche eine durch Kali causticum leicht nachzuweisende Membrana propria an ihrer Innenseite besetzen soll.

Letzerich[10] nimmt für das Kaninchen eine structurlose, mit blassen elliptischen Kernen besetzte Membran an.

1) Allgemeine Anatomie, S. 926. 2) Handbuch der Eingeweidelehre, S. 354.
3) N. A. Acad. Nat. cur. XXIII, 10.
4) Handwörterbuch der Physiologie v. R. Wagner, Bd. I, S. 785.
5) Handbuch der Gewebelehre, S. 367. 6) Handbuch der Eingeweidelehre, S. 353.
7) Handbuch der Histologie, S. 607. 8) Grundzüge der Gewebelehre, S. 328.
9) Handbuch der Gewebelehre, S. 521. 10) Virchow's Archiv, Bd. 42, S. 570.

Ich selbst fand beim einjährigen Kinde nach Maceration des Hodens in Essig den Inhalt der Hodencanälchen von einer sehr feinen, structurlosen Membran umgeben, an welche sich eine dicke Adventitia mit zahlreichen Kernen anschloss.

Die Samencanälchen eines achtzölligen Rindsembryo sowie die des Kalbes zeigten, frisch untersucht, eine ziemlich dicke, structurlose Propria und eine kerntragende, dünne Adventitia.



Fig. 168. Stück eines Hodencanälchens von einem Rindsembryo, a Adventitia, b Propria.

Beim Hunde, Meerschweinchen und Kaninchen konnten ebenfalls zwei Häute unterschieden werden.

Dagegen vermochte ich an den Hodencanälchen des erwachsenen Menschen nur eine Membran wahrzunehmen, wie sie von Henle durchaus genau und erschöpfend beschrieben worden ist.

In dem interstitiellen Bindegewebe findet man zwischen den Samencanälchen eingebettet eigenthümliche Zellenhaufen, welche zuerst von Kölliker[1] beschrieben worden und den indifferenten Zellen der Bindesubstanz zuzuzählen sind[2].

Auch Leydig[3] gedenkt derselben ausführlich, und hält es für eine dem Säugethierhoden wohl allgemeine Erscheinung, dass das die Samencanälchen verknüpfende Bindegewebe noch eine zellenartige Masse enthält, welche, wenn nur in geringerer Menge vorhanden, dem Lauf der Blutgefässe folgt, hingegen die Samencanälchen allenthalben einbettet, wo sie an Ausdehnung sehr zugenommen hat. Beim Eber soll sie in so extremer Entwicklung auftreten, dass der Durchschnitt des Hodens davon ein chocoladenfarbiges Aussehen erhält. Aehnlich beim Pferde. — Auch bei der Eidechse wurde dieselbe Masse beobachtet.

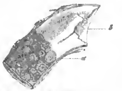


Fig. 169. Stück eines Hodencanälchens vom Kalbe, a Adventitia, b Propria.

Henle[4] hat diese interstitiellen Zellenstränge sehr genau untersucht und abgebildet. Sie bestehen nach ihm aus einer feinkörnigen Substanz, nicht unähnlich dem Inhalte der Ganglienzellen, welche Kerne einschliesst, die sich durch die gleichförmige und geringe Grösse (3 μ.), die kuglige Gestalt und das überall sichtbare, centrale Kernkörperchen deutlich von den mannichfaltigen Kernen des Inhalts der Samencanälchen unterscheiden. Henle hält sie für einen wesentlichen Bestandtheil der Drüse, wenn er ihnen auch keinerlei Antheil an den Verrichtungen derselben zuzuschreiben weiss.

Es ist leicht, sich von der Richtigkeit der erwähnten Angaben zu überzeugen; die Bestimmung jener Zellenhaufen bleibt räthselhaft.

1) Mikroskopische Anatomie, II, 2. S. 392.
2) Handbuch der Gewebelehre, S. 524. 3) Lehrbuch der Histologie, S. 594.
4) Handbuch der Eingeweidelehre, S. 358.

Nachdem die Hodencanälchen in das Mediastinum testis eingetreten sind, verlieren sie ihre eigene Wandung und gehen in die mehr oder weniger weiten, unregelmässigen Hohlräume des **rete testis** über.

Die **Vasa efferentia** sind dicker als die eintretenden Röhrchen, 0.6—0.4 Millim., indem sich zu ihrer Umhüllung noch eine besondere Lage glatter Muskeln zugesellt.

Zelliger Inhalt der Hodencanälchen. Den Inhalt der Samencanälchen bilden Zellen, deren äusserste Schicht auch wohl Epithel der Samencanälchen genannt worden ist. Wenn ich auch diese Bezeichnung nicht rechtfertigen will, so kann ich doch eine eigenthümliche Form der Zellen dieser Randzone constatiren. Nach einer Notiz von Kölliker[1] beschreibt Sertoli jene Zellen nach Behandlung des Hodens mit Sublimat von 0.5% und nachträglicher Maceration in Wasser als verästelt, auch wohl unter sich zusammenhängend; eine Beobachtung, welche Kölliker für richtig halten zu dürfen glaubt, nach Präparaten, welche durch Maceration in Kali causticum gewonnen wurden. Leider war mir die Arbeit Sertoli's nicht zugänglich, jedoch zweifle ich nicht, dass es ganz dieselben Zellen sind, welche ich beim Stiere und Hunde nach Behandlung mit Chromsäure ¼% oder Jodserum (24 St.) darzustellen vermochte.



Fig. 170. Zellen der äusseren Schicht aus den Hodencanälchen des Stieres, *ab*, und des Hundes *c*.

Merkel[2] fand diese Zellen ebenfalls auf und lässt sie ein das ganze Samencanälchen gleichmässig durchziehendes, fächeriges Netz bilden, einem Schwamme vergleichbar, ohne irgend welche faserige Ausläufer, nur mit anastomosirenden platten Fortsätzen.

Welche Bedeutung diese Zellen haben, ist zur Zeit noch nicht bekannt.

Der Inhalt der Samencanälchen lässt, wie Henle ganz richtig bemerkt, häufig eine radienförmige Anordnung erkennen. Es folgen auf die eben beschriebenen Zellen der Randzone mehrere Reihen anderer, welche von diesen sowie unter sich sehr verschieden sind, jedoch dieselbe Bestimmung haben mögen und desshalb kurzweg Samenzellen genannt werden sollen. Zunächst bemerkt man zwei Hauptformen: solche mit dunklen, granulirten Kernen und andere, welche einen hellen Kern führen mit oder ohne Kernkörperchen. Die Zahl der Kerne ist sehr ver-

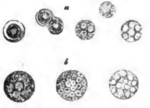


Fig. 171. Samenzellen von Hund und Stier. *a* Ein- und mehrkernige Zellen aus den Samencanälchen des Hundes, *b* Vielkernige Zellen vom Stiere.

1) Handbuch der Gewebelehre, S. 530.

2) Göttinger Nachrichten 1868. Nr. 1. S. 7.

schieden. Ein- und zweikernige Zellen findet man am häufigsten, jedoch kann die Anzahl der Kerne auf dreissig und noch mehr steigen.

Manche Formen deuten auf einen energischen Vermehrungsprozess der Zellen hin; so sieht man Zellensprossen und Zellenketten, den Eiketten Pflüger's [1] sehr ähnlich.

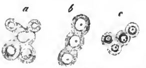


Fig. 172. Zellensprossen und Ketten vom Buchfinken *a*, Distelfinken *b* und braunen Landfrosche *c*.

Bei den Wirbellosen ist eine Vermehrung durch Knospen- oder Sprossenbildung eine sehr gewöhnliche; auf diese Art entstehen die maulbeerförmigen Zellenhaufen, welche wir im Hoden vieler niederen Thiere finden.

Einschnürungen des Kernes, wie sie der Theilung vorangehen, lassen sich namentlich bei jüngeren Thieren sehr schön beobachten.

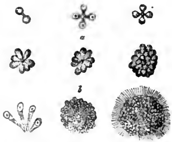


Fig. 173. *a* Zellen aus dem Hoden des Fischegels in fortschreitender Vermehrung. *b* Dieselben vom medicinischen Blutegel.

Sowohl ein- als mehrkernige Samenzellen zeigen ausser jenen Vermehrungserscheinungen noch eine andere Aeusserung ihres Lebens, welche sich in den von mir zuerst beobachteten [2] und seitdem fast in allen Thierklassen aufgefundenen amöboiden Bewegungen derselben ausspricht. Beim braunen Landfrosche sowie bei der Weinbergsschnecke beobachtete ich sogar kernlose Klümpchen, wahrscheinlich unverbrauchte Protoplasmareste in sehr lebhafter Formveränderung, ein Vorkommen, welches von Grohe [3] in ähnlicher Weise beschrieben worden ist und von Stricker [4] auf einem anderen Terrain, nämlich in der Milch der Wöchnerin, wahrgenommen wurde. Die Vasa efferentia zeigen ein einfaches Cylinderepithel mit kurzem Flimmersaum, während dasselbe im Canal des Nebenhodens als sehr in die Länge gezogene ovale Kerne tragende Zellen mit langen Pinseln von Flimmerhaaren erscheint. Unter dieser liegt noch eine zweite Lage kleiner, runder Zellen mit kreisförmigen Kernen. Auch fand O. Becker Flimmerzellen in den Morgagni'schen Hydatiden, was ich bestätigen kann.


Fig. 174. Zelle *a* und Kern *b* aus dem Hoden des braunen Landfrosches.


Fig. 175. Amöboide Körper aus dem Hoden von Rana temporaria.

Verschiedene Formen der Samenkörper. Neben den vorher besprochenen zelligen Elementen, welche die Hodencanälchen erfüllen oder auskleiden, sehen wir bei geschlechtsreifen Thieren meist im Cent-

1) Ueber die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen. S. 53.
2) Ueber eine neue Art amöboider Zellen; Schultze's Archiv, I, S. 68.
3) Virchow's Archiv, Bd. XXXII, S. 416.
4) Wiener Sitzungsberichte 1866, S. 184.

rum der samenbereitenden Drüsentheile Gebilde von charakteristischer Form: die Samenkörper, welche in dem entleerten Samen des Menschen zuerst durch JOHANN HAM aus Arnhem[1] aufgefunden und seitdem vielfach untersucht und benannt worden sind (Spermatozoen, Spermatozoiden, Spermatoidien, Zoospermien).

Sie geben den männlichen Zeugungsfactor ab, sind constant nur in der Species, sonst nach ihrer Form sehr verschieden in der Thierreihe.

Protozoen. Bei allen Abtheilungen der Thierwelt sind die Samenkörper bereits nachgewiesen, sogar erfreuen sich die Infusorien derselben. Hier wurden sie zuerst von JOHANNES MÜLLER bei Paramecium aurelia als fadenförmige Körper, welche den vergrösserten Nucleus erfüllen, beschrieben, dann durch CLAPARÈDE, LACHMANN, LIEBERKÜHN, BALBIANI und STEIN weiter erforscht.

Bei den Schwämmen (Spongilla) hat LIEBERKÜHN zoospermartige Körperchen entdeckt, welche aus einem ovalen Köpfchen und Faden bestehen.

Cölenteraten. Die Samenkörper der Cölenteraten zeigen ein rundes oder längliches Köpfchen mit anhängendem Faden: Actinia, Hydra, Chrysaora, Eudoxia, Rhizostoma, Athorybia — (v. SIEBOLD, KÖLLIKER, HEINE, BUSCH, GEGENBAUR.)

Echinodermen. Eine ganz ähnliche Form finden wir bei den Echinodermen, rundliche Körper mit feinem haarförmigen Schwanze: Holothuria, Spatangus, Echinus, Asteracanthion — (VALENTIN, PETERS, KÖLLIKER).

Würmer. Die Würmer haben eine grosse Verschiedenheit in der Gestalt ihrer Samenkörper aufzuweisen. Während die Cestoden und Trematoden (v. SIEBOLD, KÖLLIKER) sowie auch die Turbellarien (MAX SCHULTZE) haarförmige Samenelemente besitzen, treffen wir bei den Nematoden höchst eigenthümliche Gebilde an von keulen- oder stäbchenförmiger Form (REICHERT, SCHNEIDER, MEISSNER, CLAPARÈDE). SCHNEIDER entdeckte an ihnen amöboide Bewegungen. Sternaspis besitzt nach MAX MÜLLER kurze, an dem einen Ende spitz zulaufende Samenkörper. Bei den Regenwürmern finden wir Samenfäden an dem einen Ende etwas verdickt, bei Branchiobdella erscheinen dieselben sehr dünn und von dem einen Ende spiralförmig zusammengedreht (v. SIEBOLD).

In den Borstenwürmern wurden Samenkörper gefunden mit kugligem oder annähernd birnförmigem Köpfchen und feinem Faden: Phyllodoce, Syllis — (EHLERS, KEFERSTEIN).

Arthropoden. Besonderes Interesse bieten die Samenkörper der Gliederthiere durch ihre höchst mannichfaltige Bildung. So beschreibt LEYDIG bei Notomata Sieboldii sichelförmig gekrümmte Körper mit Kern und Kernkörperchen versehen, welche an dem einen Rande in eine deutlich undulirende Membran ausgehen. Daneben sah er starke Stäbchen, welche eine mittlere Anschwellung besitzen. Es treten also hier zwei Formen von Samenkörpern in demselben Individuum auf.

---

1) Halbertsma, Archiv für die holl. Beiträge 1866 S. 232

Die Cirripedien besitzen auch einfach haarförmige Samenelemente: Balanus, Lepas (v. Siebold, Kölliker). Frey und Leuckart schildern die Samenkörper von Caligus als eiförmige Körper, welche die genetische Bedeutung von Kernen haben sollen. Bei Cyclops quadricornis sind dieselben nach Zenker stabförmig, zweimal gewunden; bei Cyclopsine, nach v. Siebold von ovaler Gestalt.

Die Samenkörper der Ostracoden besitzen nach der Darstellung von Zenker und Metschnikow eine höchst merkwürdige und complicirte Form. Bei Cypris ovum übertreffen sie die dreifache Länge des ganzen Thieres und haben die Gestalt eines gewundenen Stabes, der von einer Spiralplatte der Länge nach umsäumt wird. Eine ebenso abweichende Gestalt zeigen die Samenelemente bei Cythere viridis. Sie sind nach Zenker mit einer Geissel versehen, mit einem scharf abgeschnittenen breiten Ende und einem spitzeren, an welches sich unter einem rechten Winkel ein Stiel heftet, der bandförmig um seine Achse gedreht erscheint. Argulus hat nach den Beobachtungen von Leydig Samenfäden, dagegen bewahren die Samenkörper der von ihm untersuchten Phyllopoden (Artemia, Branchipus) die Zellenform. Es sind bläschenförmige Gebilde von 3 μ. Grösse mit einem hellen Flecke versehen. Die Samenkörper der Daphniden schildert Leydig bei den meisten Arten als kleine, stäbchenförmige Körperchen, bei einigen Arten beobachtete er Zellen mit kernartigen Gebilden, langen und starr abstehenden Strahlen (Daphnia rectirostris). Die Gattung Polyphemus besitzt ungewöhnlich grosse Strahlenzellen.

Bei diesem Thiere, sowie bei anderen Daphnien sah Leydig vorübergehende amöbenartige Bewegungen.

Durch Henle, v. Siebold, Kölliker, Frey und Leuckart sind wir mit den höchst eigenthümlichen Samenkörpern der Decapoden bekannt gemacht worden.

Es sind kleine zellenartige starke Gebilde, welche fadenförmige Fortsätze tragen, wie Strahlen. Owsjannikow theilt die wichtige Beobachtung mit, dass jene Strahlen wieder eingezogen werden können, wobei das Samenkörperchen eine ganz runde Form annimmt.

Mysis besitzt haarförmige Samenelemente (v. Siebold, Frey und Leuckart.)

Die Samenkörper von Crangon und Palaemon stellen nach v. Siebold's Untersuchungen plattgedrückte Bläschen dar, aus deren Mitte eine kurze Spitze hervorragt.

Die der Amphipoden und Isopoden sind starre Fäden, welche entweder an beiden Enden spitz zulaufen (Oniscus), oder an dem einen mit einem cylindrischen, zugespitzten Anhange versehen sind (Asellus). Bei dieser Assel ist der obere Theil des Fadens winklich umgebogen und bricht nebst seinem Köpfchen leicht ab, ein Umstand, der zur Beschreibung zweier Formen von Samenkörpern bei diesem Isopoden Veranlassung gegeben hat (Zenker).

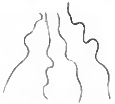
Bei den Arachniden bemerken wir in Bezug auf die Form der Samenelemente eine grosse Abweichung in den verschiedenen Ordnungen. Scorpio europ. besitzt nach Kölliker Samenkörper von einfacher Haarform, welche sich lebhaft bewegen, die der Tardigraden sind spindelförmig, mit einem ovalen Kopfe, der in zwei schwingende Endfäden ausläuft (Doyère, Greiff).

Bei den Araneen finden wir bewegungslose Körperchen von runder oder nierenförmiger Gestalt mit runden oder länglichen Kernen: Tegenaria, Lycosa (v. Siebold).

Die Acarinen zeigen kuglige, spindel-keulen- und stabförmige Samenkörper: Trombidium, Bdella, Hydrachna, Ixodes (v. Siebold). Im Hodeninhalte von Atax sah Claparède zellenförmige Samenelemente, sphärische Körperchen mit kleinen stabförmigen Kernen.

Die Samenkörper der Myriapoden lassen zwei verschiedene Typen erkennen. Die der Chilognathen sind spindelförmige, conische oder federbutförmige starre Gebilde: Glomeris, Julus (Leuckart), die Chilopoden dagegen besitzen lange Fäden, welche Bewegung zeigen: Lithobius, Geophilns (Stein).

In der Classe der Insekten kommen fast durchgängig haarförmige, an beiden Enden zugespitzte Samenfäden vor. Ihre Bewegung ist wellenförmig, schlängelnd, oft ist das eine Ende starr, in dilnirten Flüssigkeiten drehen sich die Fäden unter Bildung von Oesen auf.


Fig. 176. Samenkörper von Blaps mortisago.

Eine Abweichnng von jener einfachen Form ist nur von Locusta und Decticus durch v. Siebold bekannt. Es besitzen diese Heuschrecken noch einen winkelförmigen Anhang, der an das eine Ende des langgestreckten Samenkörperchens angeheftet ist.

Mollusken. Die Samenelemente der Bryozoen haben meist eine Stecknadelform mit mehr oder weniger abgeplattetem Kopfe: Alcyonella (van Beneden, Dumortier). Bei Flustra carnosa sind dieselben linear, leichtwellig gebogen, bei Alcyonidium gelatinosum zeigen sie einen zugespitzten Körper mit einer gewölbten und einer flachen Seite mit anhängendem, in der Mitte dickerem Faden (Kölliker).

In den Salpen kehrt die Haarform wieder, während bei den Ascidien cylindrische, birnförmige oder elliptische Köpfchen mit Haaranhang beobachtet wurden (Kölliker). Bei den Lamellibranchiaten werden walzenförmige, ovale oder birnförmige Körper mit zartem Haaranhange angetroffen: Cyclas, Unio, Anodanta u. s. w. (Wagner, v. Siebold).

Grosse Mannichfaltigkeit in der Form besitzen die Samenkörper der Cephalophoren.

Von den Pteropoden beschreibt sie Gegenbaur als verdickt an einem Ende und dort leicht spiralig gedreht, während das andere Ende in einen fei-

nen Fäden ausläuft, der kurz vor seiner Spitze in ein kleines Bläschen anschwillt.

In der Ordnung der Gasteropoden sind die Samenelemente sehr verschieden gebildet. Wir finden hier solche mit ovalem oder birnförmigem, zuweilen in der Mitte eingeschnürtem Kopfe: Chiton, Trochus, Patella, Haliotis (Kölliker, Wagner, Erdl), dann auch haarförmige an beiden Enden zugespitzt: Turbo, Buccinum, Purpura. Bei Doris nehmen die Fäden gegen das Ende an Dicke zu und erscheinen leicht gedreht (Kölliker). Zuweilen tragen sie an dem einen Ende ein zugespitztes Knöpfchen: Lymnaeus, Planorbis, Helix (v. Siebold, v. la Valette St. George).

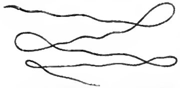


Fig. 177. Samenkörper von Helix nemoralis.

Höchst merkwürdig ist das durch v. Siebold entdeckte und später von Leydig sehr genau beschriebene Vorkommen zweier Formen von Samenkörpern bei Paludina vivipara. Neben kurzen, an dem oberen Ende korkzieherartig gewundenen Samenfäden sieht man andere grössere, welche eine stabförmige Gestalt besitzen. Von dem dickeren Ende des Stäbchens entspringen pinselförmig kurze Fäden.



Fig. 178. Die beiden Formen der Samenkörper von Paludina vivipara.

Die Samenkörper der Heteropoden bestehen aus einem länglichen, vorn etwas dickeren Körper, der sich nach hinten in einen immer feiner werdenden Faden auszieht: Atlanta Carinaria (Milne-Edwards, Gegenbaur).

Bei den Cephalopoden finden wir cylindrische Körperchen mit zartem Haaranhange: Loligo, Sepia, Sepiola (v. Siebold, Milne-Edwards, Peters), oder haarförmige Gebilde: Octopus (Philippi).

Fische. Die Samenkörper von Amphioxus sind nach Kölliker Fäden mit rundlichem Köpfchen, welches bei den Neunaugen stab- oder eiförmig wird: Petromyzon fluviat., marinus (Ecker, J. Müller). Die Knochenfische besitzen im Allgemeinen sehr kleine, stecknadelförmige Samenkörper: Perca, Cyprinus (Wagner, Kölliker), welche bei Cobitis noch mit einem Knöpfchen unterhalb des Kopfes versehen (Wagner, Ecker) sind; bei den Salmonen zeigen sie einen länglichen, vorn zugespitzten Kopf, der die Form eines Kartenherzens besitzt und aus zwei Theilen besteht, welche von einander durch eine seichte Furche getrennt werden (Owsjannikow.)

Die Samenkörper der Haie und Rochen sind bei weitem grösser und

mit spindelförmig, oft spiralig gewundenem Kopfende versehen: Squalus, Torpedo, Raja (Wagner, Ecker, v. la Valette St. George).

Amphibien. Sehr auffallend sind die Samenkörper der Tritonen und Salamander gebildet und desshalb Gegenstand eingehender Untersuchungen geworden, (v. Siebold, Czermak). Der spindelförmige Kopf geht in einen langen Faden aus, in dessen Längsaehse ein undulirender Saum wie eine Hemdkrause angeheftet ist.

Bei Pelobates ist das Kopfende sehr lang und spiralig gewunden (Wagner, Leuckart).

Die Samenkörper des Bombinator besitzen eine spindelförmige Form. An der Seite ihres Körpers zieht sich ein zarter undulirender Saum herab, wie bei den Salamandrinen (Wagner, Leuckart, v. Siebold).

Die hiesigen Frösche, Rana esculenta und temporaria, zeigen eine Verschiedenheit ihrer Samenkörper darin, dass bei der ersten Art das Kopfende walzenförmig, bei der zweiten fast linear erscheint.

Reptilien. Die Samenkörper der beschuppten Amphibien besitzen ein walzen- oder spindelförmiges Kopfende mit langem Faden: Lacerta, Coluber (Ecker).

Vögel. Eine ähnliche Form finden wir bei den Vögeln wieder. Das Kopfende ist entweder einfach, walzenförmig, gerade, wie bei der Taube, dem Reiher, den Möwen, den Raub- und Klettervögeln, oder an beiden Seiten spitz ausgezogen und korkzieherförmig gewunden: Singvögel (Wagner, Leuckart, Ecker, v. la Valette St. George).



Fig. 179. Samenkörper vom Canarienvogel.

Säugethiere. Die Samenkörper der Säugethiere sind insofern nach einem gemeinsamen Typus gebildet, als sie aus einem verdickten, sich der Scheibenform nähernden Kopfende und einem fadenförmigen Anhange bestehen.

Beim Schweine ist der Kopf eiförmig mit der Spitze dem Faden zugekehrt, an beiden Seiten gleichmässig abgeplattet; eine ähnliche Form besitzen Stier, Schaf und Pferd.

Unter den Nagethieren ist dagegen die Form des Kopfes eine sehr verschiedene.

Beim Kaninchen ist das Kopfende eiförmig seitlich abgeplattet, an der Spitze zum Ansatz des Fadens abgestutzt, beim Meerschweinchen stellt es eine fast kreisrunde Scheibe dar, welche am oberen Rande noch einen besonderen kappenförmigen Anhang zeigt.

Die Ratten und Mäuse besitzen ein beilförmiges Köpfchen, an dem der Faden wie der Stiel des Beiles ansitzt, dessen oberes, zurückgebogenes Ende bei der Ratte lang und spitz, kürzer bei der Hausmaus und gekrümmter bei der Feldmaus erscheint.



Fig. 180. Samenkörper der Hausmaus.

Beim Hunde ist das Kopfstück birnförmig, beim Kater eiförmig; der Faden nimmt von der breiteren Seite seinen Ursprung.

Der Kopf des Samenkörpers ist beim Igel nach unten zu wie abgeschnitten mit seitlicher Insertion des Fadens.

Die Samenkörper der Fledermaus zeigen ebenfalls ein abgestutztes Oval; der Faden setzt sich jedoch in der Mitte des unteren Randes an.

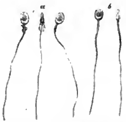


Fig. 181. Samenkörper des Menschen, a unentwickelte, b reife.

Bei den Affen ist das Kopfende eiförmig mit dem breiteren Ende dem Faden zugekehrt.

Die Samenkörper des Menschen lassen ein ovales Köpfchen unterscheiden, dessen unterer dem Faden zugekehrter Rand verdickt und abgerundet ist. Es geht der Körper nach oben in eine dünne, in ihrer Mitte etwas vertiefte Scheibe aus. Von der Seite gesehen erscheint desshalb der Kopf mehr oder weniger birnförmig. Jene Verdickung ragt an der einen Fläche etwas stärker hervor, worauf mich Leuckart aufmerksam machte. Die Länge des Kopfes beträgt 5 μ., die Breite 3 μ., die grösste Dicke 1 μ. Der Faden ist da, wo er an dem Köpfchen ansitzt, etwas verjüngt, verdickt sich zu 1 μ. und läuft dann 50 μ. lang in eine sehr feine Spitze aus.

Structur der Samenkörper. Ueber den feineren Bau der Samenkörper bei den Wirbelthieren haben wir in neuerer Zeit interessante Mittheilungen erhalten.

Der Spermatozoidenkörper der Bären enthält nach Valentin[1] drei streifenartige Reihen rundlicher Gebilde, ein vorderes, mittleres und hinteres Band. Hartnack hält diese Bänder für Erhöhungen und Vertiefungen, welche sich durch einen Wechsel von Licht und Schatten je nach der Richtung des einfallenden Lichtes verrathen. Valentin und Thury bilden diese Streifen ab vom Bären, Kaninchen und Hunde. Katze, Widder und Meerschweinchen zeigen sie gleichfalls, jedoch in absteigender Deutlichkeit. Mit einiger massen starken Linsen sind sie unschwer zu sehen, sowie ich sie nach Hartnack IX vom Hunde und Kaninchen gezeichnet habe[2]. Als Testobject mögen sie immerhin zu empfehlen sein.

Grohe[3] lässt nach sehr eingehenden Untersuchungen die Samenkörper aus zwei verschiedenen Theilen bestehen, einer structurlosen Hülle und einem contractilen Inhalte, der besonders reichlich im Kopfe vorhanden sei. Die oben erwähnten Bänder führt er auf eine verschiedene Vertheilung des Inhaltes im Körper zurück.

Ihm tritt Schweigger-Seidel[4] bei, insofern er eine äussere Grenzschicht

1) Zeitschrift f. r. Med. 3 R. Bd. 18, S. 217, u. Bd. 21, S. 39.
2) Ueber die Genese der Samenkörper, M. Schultze's Archiv 1867, Bd. III, Taf. XIV. Fig. II u. V.
3) Virchow's Archiv, Bd. XXXII, S. 416.
4) Schultze's Archiv, Bd. I, S. 309.

und eine Inhaltsmasse annimmt, wenn es ihm auch nur bei Amphibien und Vögeln gelang, dieselbe als isolirte Haut darzustellen.

Zwischen Kopf und Faden unterscheidet SCHWEIGGER-SEIDEL noch ein sogenanntes »Mittelstück«, und weist dasselbe beim Frosche, Triton, Hahne, Finken und vielen Säugern nach. Ich habe bereits seine Angaben für den Menschen, Igel, Hund, Meerschweinchen, Kaninchen, Frosch und Triton bestätigen können [1], wie sich auch KÖLLIKER [2] dieser Beobachtung anschliesst. Nicht immer gelang es mir, bei anscheinend reifen Samenkörpern die Abgrenzung des Mittelstückes gegen den Faden wahrzunehmen, wesshalb ich auf eine Untersuchung des Samens innerhalb der weiblichen Genitalien verweisen musste. Gelegenheit dazu bot mir eine weibliche Fledermaus, welche bereits 36 Stunden in Einzelhaft gesessen hatte. Scheide und Uterus fand ich erfüllt mit Samenkörpern in lebhafter Bewegung. Alle zeigten ein sehr deutliches Mittelstück. Die Länge des Mittelstückes schwankt nach SCHWEIGGER-SEIDEL zwischen 9 und 23 μ., beim Menschen beträgt sie 6 μ.



Fig. 182. Samenkorper der Fledermaus mit deutlichem Mittelstück.

Bewegung der Samenkörper. Bei einigen Thieren sind, wie ich schon bemerkt habe, die Samenkörper vollständig bewegungslos, selbst innerhalb der weiblichen Generationsorgane: Oniscus; bei anderen finden wir Anfänge von Bewegung in amöboiden Formveränderungen: Nematoden (SCHNEIDER), Daphnien (LEYDIG), Krebsen (OWSJANNIKOW). Die meisten Samenkörper jedoch sind einer sehr ausgiebigen Ortsveränderung fähig. Sehr unterstützt wird dieselbe durch die früher beschriebenen undulirenden Membranen. Es kann die Bewegung eine gleichmässig fortschreitende sein, wie z. B. beim Canarienvogel, wobei sich zugleich der ganze Samenkörper äusserst schnell um seine Achse dreht, oder hüpfend und zuckend, wie bei den Säugethieren. Dazwischen liegen alle mögliche Variationen. Das Kopfende geht, wo es bestimmt ausgesprochen ist, immer voran. GROHE glaubt, dass durch die Contraction seines Inhaltes die Bewegung eingeleitet würde, was ich jedoch mit SCHWEIGGER-SEIDEL und KÖLLIKER in Abrede stellen muss. Ich habe am Köpfchen nie derartige Veränderungen wahrgenommen, sah dagegen oft kopflose Fäden in lebhaften Schwingungen. Ebenso muss ich die Behauptung SCHWEIGGER-SEIDELS, dass das Mittelstück starr sei und keinen Antheil an der Bewegung nehme, bestreiten.

Die Dauer der Bewegung ist sehr verschieden nach dem Medium, in welchem sie sich befinden. Im Körper des Thieres reicht sie bis zu 48 Stunden, in den weiblichen Genitalien wurde sie noch nach 8 Tagen wahrgenommen.

1) A. a. O. S. 264

2) Handbuch der Gewebelehre 1867, S. 530.

Alkalische Lösungen wirken günstig nach dieser Richtung, saure oder zu sehr diluirte schädlich. Concentrirte Lösungen von Salzen, Zucker, Eiweiss können nach der Entdeckung Kölliker's [1] durch Wasserzusatz in Ruhe versetzte Samenkörper wieder beleben; als Erreger wirken kaustisches Kali und Natron ($^1/_{32}$—50%), in exquisiter Weise Curare; Cocain wie schwefels. Morphium zeigen keine Einwirkung auf die Bewegung (Wagner, Kölliker, Leuckart, Montegazza). Nach dem letzteren Autor [2] bewahren die Samenkörper des Menschen ihre Bewegungsfähigkeit von — 15° C. bis + 47° C.

Gefrorner Samen erlangte nach dem Aufthauen dieselbe wieder. Bei 0° liess er sich vier Tage lang aufbewahren, ohne sie einzubüssen.

In indifferenten Substanzen und in Salzlösungen eingetrocknetes Sperma kann nach Kölliker in gewissen Fällen durch Verdünnung mit derselben Flüssigkeit oder mit Wasser wieder in Bewegung versetzt werden.

Entwicklung der Samenkörper. Die Samenkörper sind so vielfach auf ihre Herkunft inquirirt worden, dass es auffallen muss, dass dieses Thema nicht längst erschöpft worden ist. Gründe hierfür liegen in besonderen Schwierigkeiten, welche die Kleinheit des Objectes, die Auffindung durchaus indifferenter Untersuchungsflüssigkeiten, sowie der Umstand darbieten, dass wenigstens bei den höheren Thieren die verschiedenen Entwicklungsformen der Samenkörper nicht räumlich getrennt sind. Ehe man ihre Abstammung kannte, war es natürlich, dass sich die verschiedensten Ansichten über ihre Natur und Bedeutung geltend machten, deren Läuterung erst der Neuzeit vorbehalten war.

Kölliker [3] wies zuerst nach, dass die Samenkörper nicht als individuell belebte Wesen, sondern als Elementartheile des Organismus aufzufassen seien und lehrte ihre Entstehung aus Zellen kennen. In dem Zellenkerne sollten sie sich bilden und noch eine Zeit lang in diesem, dann in der Zelle aufgerollt liegen, bis sie durch Platzen der letzteren frei würden.

Lebhaften Widerspruch fand Kölliker's Auffassung bei Reichert [4], welcher, gestützt auf seine Untersuchungen von Strongylus auricularis und Ascaris acuminata, die Samenkörper, aus elementaren, kernhaltigen Zellen entstanden, durch Zellenbildungsprozess von Inhaltsportionen in Mutterzellen nebst allen ihren Bestandtheilen hervorgehen liess

Leuckart [5] spricht sich in folgender Weise über die Entwicklung der Samenkörper aus. Bald, sagt er, ist es die ganze Samenzelle, die sich mit allen ihren Theilen in das Samenkörperchen verwandelt, bald geht das Samenkörperchen ausschliesslich aus dem Kerne hervor, bald endlich entsteht es aus

1) Zeitschrift für wiss. Zoologie, Bd. VII, S. 201.
2) Journal de l'anatomie et de la physiologie 1868, S. 184.
3) Beiträge zur Kenntniss der Geschlechtsverhältnisse und der Samenflüssigkeit wirbelloser Thiere, 1841. Die Bildung der Samenfäden in Bläschen.
4) Müller's Archiv, 1847, S. 58.
5) Handwörterbuch der Physiologie v. Wagner, Bd. I. S. 851.

dem Inhalt der Samenzellen. Für den letzten Fall deutet Leuckart die Entwicklungsbläschen der Samenzellen nicht als Kerne, wie Kölliker sondern als endogen gebildete Zellen. Die Samenzellen selbst sollen auf endogenem Wege in Mutterzellen ihren Ursprung nehmen.

Eine spätere Untersuchung dieses Gegenstandes führte Kölliker von seiner früheren Ansicht zurück [1].

Nicht innerhalb des Kernes, sondern durch Auswachsen desselben sollen die Samenkörper entstehen, jedoch wird dieses nur für die Säugethiere mit Bestimmtheit ausgesprochen. Die eigentlichen Samenzellen sind vorzüglich kleinere Zellen und grössere Cysten mit vielen Kernen. Die Kerne dieser Zellen und Cysten verlängern sich und platten sich ab. Dann zeigt sich eine Scheidung derselben in einen vorderen, dunkler contourirten und einen hinteren, etwas kleineren, blassrandigen Theil. Während am vorderen Pole häufig eine ganz kleine, dunkle, knopfartige Verdickung sich zeigt, tritt am hinteren Ende ein kurzer, fadenförmiger Anhang auf, der bald zu einem längeren Faden sich gestaltet, während zugleich der blassere, hintere Theil des Kernes immer mehr an Grösse abnimmt. Die entwickelten Samenfäden liegen einige Zeit zusammengerollt in ihrer Mutterzelle und werden meist so frei, dass der Kopf an der einen, der Faden an der anderen Seite die Mutterzelle durchbricht. Die Reste der letzteren bleiben theils als kappenförmige Ueberzüge der Körper, namentlich aber als Anhänge der Fäden, noch länger an den Samenkörpern sitzen. Schliesslich resumirt Kölliker seine Anschauung über die Entwicklung der Samenkörper im ganzen Thierreiche in folgender Weise:

1) Die befruchtenden Elemente aller Thiere entwickeln sich durch directe Umwandlung der Kerne der Samenzellen.

2) Die unbeweglichen Samenelemente der Arachniden, Myriapoden u. s. w. sind einfach veränderte oder in der Form umgewandelte Kerne.

3) Bei den beweglichen Samenelementen oder den Samenfäden hat sich neben dem Körper des Samenfadens aus dem Kern ein beweglicher Faden hervorgebildet.

Ankermann [2] lässt die Samenfäden des Frosches jeden für sich aus einer kernhaltigen Zelle entstehen. Der Kern wächst zum Griff aus, während der Schwanz durch eine Ausstülpung der Zellmembran entstehen soll.

Pflüger [3] erklärte den Samenkörper für eine kleine Flimmerzelle und führt seine Entstehung auf freie Zellbildung zurück.

Henle [4] nimmt mit Kölliker an, dass beim Menschen und den Säugethieren die Körper der Samenfäden metamorphosirte Kerne seien, dass jedoch zum Behuf der Bildung des Schwanzes der dauernde Zusammenhang des Körpers mit der Zelle ein unerlässlicher sei.

1) Zeitschrift für wiss. Zoologie, Bd. VII, S. 201.
2) Zeitschrift für wiss. Zoologie, Bd. VIII, S. 129.
3) Ueber die Eierstöcke, S. 93.
4) Handbuch der Eingeweidelehre, S. 356.

Grohe[1] hält es für wahrscheinlich, dass die contractile Substanz der Samenkörper sich selbständig aus dem Zellinhalte hervorbilde, analog den Sarcous elements der Muskelzellen.

Nach den Untersuchungen von Schweigger-Seidel ist das Samenkörperchen kein einfaches Kerngebilde, sondern entspricht als umgewandelte, einstrahlige Wimperzelle einer ganzen Zelle.

In meiner gleichzeitig erschienenen ersten Mittheilung[2] sprach ich mich dahin aus, dass ebenso wie den Kernen, dem Protoplasma der Samenzellen Antheil an der Bildung der Samenkörper zugeschrieben werden müsse, und suchte eine Darstellung von der Entwicklung der Samenkörper bei Säugethieren, Vögeln und Amphibien zu geben. In einer zweiten Mittheilung konnte ich die an Arthropoden und Mollusken gemachten Erfahrungen hinzufügen.

Wie Zenker bei Asellus[3], Keferstein[4] bei Helix pomatia beobachtete ich eine Entwicklung von Samenfäden mit Persistenz des ursprünglichen Kernes.

Seitdem hat Kölliker[5] sich wiederum über die Entwicklung der Samenkörper ausgesprochen, findet jedoch keine Veranlassung von dem früher Behaupteten abzugehen.

Owsjannikow[6] gibt uns sehr interessante Daten über die noch wenig untersuchte Entwicklung der Samenkörper bei den Fischen. Die Hoden der Salmonen besitzen Epithelialzellen, die meistens eine cylindrische Form haben, in zwei Reihen liegend. Die Zellen besitzen einen grossen, weissen Kern mit deutlichen Kernkörperchen und Protoplasma. Die Zellen der zweiten und dritten Reihe zeigen Theilungen des Kernes und des Protoplasma, nehmen dabei sehr an Grösse zu und können 10—15 und mehr junge Tochterzellen in sich beherbergen, ohne ihre Form einzubüssen. Diese sind die jungen Samenkörper. Der Kern der Zelle wird zum Kopf und das denselben umgebende Protoplasma zum Schwanz desselben.

Metschnikow[7] hat wichtige Thatsachen über die Entwicklung der Samenkörper mitgetheilt, welche mir leider nicht zugänglich waren. Nach einem ausführlichen Referate von Hensen und Kupffer fand er beim Regenwurm Samenzellen mit körnigem Kern. Die Körnchen ballen sich im Kerne zusammen und bilden in diesem eine glatte Kugel, welche sich mit dem Kerne verlängert, während das Plasma der Zelle an der einen Seite zu einem Faden auswächst.

1) A. a. O. S. 426. 2) Max Schultze's Archiv, Bd. I, S. 403.
3) Archiv für N. S. 20. 103.
4) Die Klassen und Ordnungen des Thierreiches. Bd. III, S. 1215.
5) Handbuch der Gewebelehre, S. 530.
6) Bulletin de l'Académie de St. Pétersbourg, T. XIII, S. 245.
7) Mémoires de l'Académie de St. Pétersbourg, 1868.

Beim **Flusskrebs** soll der Kopf aus einer selbständigen, intercellularen Bildung, welche neben dem Kerne liegt, hervorgehen.

Auch bei der **Fliege** soll der Kern keine Rolle spielen, aber der Körnerhaufen, aus dem der Samenkörper hervorgeht, theilt sich, um nachher wieder zu einem einfachen Element zu verschmelzen. Ebenso bilden sich die grossen Fäden von **Cyprois** neben dem Kerne.

Balbiani [1] beobachtete ebenfalls einen Körper neben dem Zellenkern, der sich zum Kopfe des Samenkörpers entwickelt.

Ich selbst habe meine Untersuchungen über die Entwicklung der Samenkörper bis zu jüngster Zeit fortgesetzt und will jetzt meine Anschauung über diesen Gegenstand in Kürze darstellen. Wie sich die Samenzellen vermehren, darüber habe ich schon früher ausführlich berichtet. Als Ausgangspunkte der Samenkörper-Entwicklung sehe ich ein- oder mehrkernige Zellen an, deren Kerne granulirt erscheinen. Der Kern wird darauf hell und zeigt eine eigenthümliche Veränderung. Beim Meerschweinchen behält er noch eine Zeit lang ein rundes Kernkörperchen, erfährt jedoch in seiner oberen Hälfte eine Auflagerung in Gestalt eines Knötchens, welches sich verbreitert und nebst dem Kerne im optischen Durchschnitt die Form eines Siegelringes zeigt. Darauf verlängert sich der Kern und tritt an der einen Seite aus der Zelle hervor. Das Kernkörperchen ist jetzt geschwunden. An der anderen Seite sprosst aus dem Protoplasma der Zelle der Faden heraus, welcher mit dem Kern in Verbindung tritt. Die Zellensubstanz, welche anfangs noch sackförmig den Kern und oberen Theil des Fadens umschloss, schwindet mehr und mehr und haftet zuletzt, in dem der Kopf nach der einen Seite frei geworden, nach der anderen der Faden hervorgewachsen ist, zuletzt noch als grösserer oder kleinerer Anhang demjenigen Abschnitte des Fadens an, welcher dem Schweigger-Seidel'schen Mittelstücke entspricht. Dieses bildet gewissermassen die Verlöthungsstelle zwischen Kopf und Faden. Das Knöpfchen am Kerne ist zu dem kappenförmigen Anhange geworden.



Fig. 183. Entwicklung der Samenkörper des Meerschweinchens, *a* Kopfkappe.



Fig. 184. Entwicklung der Samenkorper des Hundes.

1) Journal de l'Anatomie et de la physiologie, 1868, S. 218.

Beim Hunde sah ich zweierlei eigenthümliche Veränderungen des Kernes. Die eine bestand darin, dass sich an einer Seite des Kernes ein bläschenartiger Körper zeigt, die andere lässt an der oberen Hälfte des Kernes einen dickeren Contour erscheinen.

Ob die Samenzelle ein- oder vielkernig ist, bleibt sich vollständig gleich, da die vielkernige nicht anders, als eine Summe einzelner aufzufassen ist, deren Zahl der Zahl der Kerne entspricht, nebst einer gewissen Menge der die Kerne umgebenden Zellsubstanz.

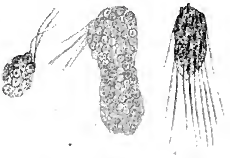


Fig. 185. Aus dem Hoden der Maus.

Kölliker sagt: »Dass die Samenzellen keinen wesentlichen Antheil an der Bildung der Fäden der Spermatozoen haben, geht am besten daraus hervor, dass sehr oft viele Samenfäden in einer Zelle sich bilden.« Eigentlich bildet sich jeder Samenfaden aus seiner besonderen Zelle, die Zellsubstanz der einzelnen Zellen ist jedoch in diesem Falle nicht von einander getrennt.

Kölliker nimmt also noch immer die Bildung des Fadens aus dem Kerne an.

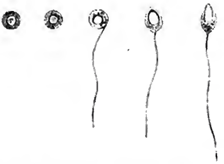


Fig. 186. Entwicklung der Samenkörper des Maulwurfes.

Ich muss bemerken, dass ich niemals Kerne mit stummelförmigen Schwänzen ohne Zellsubstanz gesehen habe und eingerollte Fäden, seitdem mir der Concentrationsgrad der anzuwendenden Flüssigkeiten bekannt ist, nicht mehr sehe.

Kölliker glaubt, dass bei der Bildung des Fadens der sich entwickelnde Kern erst an einem Pole in eine zarte Röhre auswachse. Diese Kernanhänge habe ich an Samenkörpern des Stieres aus $^1/_2$% Kochsalzlösung und solcher von chromsaurem Kali häufig gesehen und deute sie mit Henle als Reste der Samenzellen.



Fig. 187. Samenkörper des Stieres mit Kernanhang.

Die Entwicklung der Samenkörper des braunen Landfrosches musste bisher als eine höchst wunderbare und unter den Wirbelthieren ausnahmsweise aufgefasst werden. Nachdem sich schon Remak, Ankermann und Kölliker darum bemüht haben, ist sie neuerdings wiederum von Neumann untersucht worden. Es würde zu weit führen, die bisherigen Ansichten darüber hier wiederzugeben und will ich nur kurz meine Erfahrungen berichten. Die Samenkörper der R a n a t e m p o r a r i a entwickeln sich gerade so wie die der e s c u l e n t a. Ihre Samenzellen bilden Kugeln wie die Hodenkugeln der Insekten. Diese Kugeln sind von einer zarten Membran um-

geben, welche einzelne grosse, mit einem Kernkörperchen versehene Kerne trägt. Die Zellen, anfangs gross und gering an Zahl, mit körnigem Kern, vermehren sich durch Theilung zu einem bedeutenden Haufen. Jede von ihnen producirt einen Samenkörper, indem der Kern heller wird und zum Kopfe, die Zellsubstanz zum Faden auswächst. Schliesslich platzt die Membran der Hodenkugel und zeigt neben Protoplasmaresten einen oder mehrere Kerne, welche jedoch mit den Samenzellen niemals etwas zu thun hatten. Für das Studium der Samenentwicklung bei den Fischen fand ich ein sehr passendes Object an dem Hoden des Glattrochens. Von 10 μ. grossen Zellen mit 5 μ. messenden hellen Kernen schien die Bildung der Samenkörper auszugehen. Wie bei einzelnen Säugethieren bemerkte ich an der einen Seite des Kernes eine bläschenförmige Aushöhlung. Dann zog sich der Kern in die Länge und zeigte am obern Ende eine Art von Knöpfchen. Die Zelle liess an der entgegengesetzten Seite den Faden hervorsprossen, der bald mit dem Kerne in Verbindung trat. Der Kopf wurde immer länger und erschien umgebogen, noch immer von der Zelle umgeben. Dabei fing er an sich korkzieherförmig aufzuwinden. Schliesslich streckte er sich wieder und zeigte eine regelmässig geformte, 34 μ. lange Spirale mit einem geraden Faden von 85 μ.

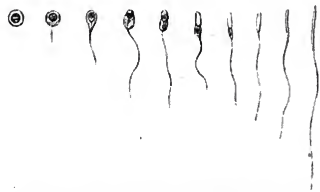


Fig. 188. Entwicklung der Samenkörper von Rana temporaria.

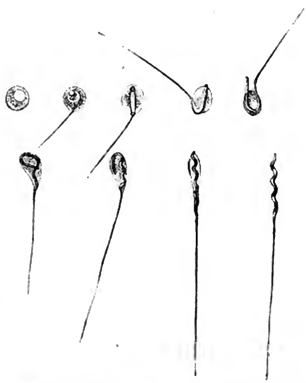


Fig. 189. Entwicklung der Samenkörper von Raja batis.

Wir sehen also eine vollständige Uebereinstimmung in der Entwicklung der Samenkörper bei den Wirbelthieren. Für die Wirbellosen sind meine Untersuchungen nicht erschöpfend; so viel ist gewiss, dass bei den Mollusken und Arthropoden ein Theil des Fadens aus einem neben dem Kerne liegenden glänzenden Körper hervorgeht. Ob dieser Körper ein Theilproduct des Kernes ist, bleibt zweifelhaft. Wohl habe ich ihn doppelt, neben ihm noch mehrere Kerne liegen sehen, oft auch nur eine kernige

Masse, aus der er hervorzugehen schien. Jener obere Theil des Fadens erscheint bei seiner Entstehung immer verdickt, wenn sich auch an den reifen Samenkörpern kein eigentlicher Körper unterscheiden lässt.



Fig. 190. Entwicklung der Samenkörper von Helix nemoralis.

Zum Hervorsprossen des Fadens scheint auch hier das Protoplasma der Zelle unerlässlich zu sein.

Gefässe und Nerven des Hodens.

Die Blutgefässe des Hodens, welche aus der Art. spermatica interna hervorgehen, dringen vom hinteren Rande aus in die Drüse ein und verzweigen sich theils im Corpus Highmori, theils auf der Oberfläche des Organes unter und innerhalb der Albuginea. Von beiden Seiten aus treten sie zum Parenchym der Drüse, um die Samencanälchen in einem weitmaschigen Capillarnetze zu umspinnen. Die Gefässvertheilung ist am Nebenhoden, zu welchem noch die Arterie deferentialis hinzutritt, etwas spärlicher. Wie die Arterien, so verhalten sich die Venen, welche in dem hinteren Theile der Albuginea ascendens entwickelt sind.

Die Lymphgefässe des Hodens sind in neuerer Zeit durch die Untersuchungen von Ludwig und Tomsa [1] sehr genau erforscht worden. Dass sie eine bedeutende Entwicklung erreichen, wusste man schon seit Panizza [2], ihr Ursprung war jedoch bisher unbekannt.

Ludwig und Tomsa haben nun dargethan, dass die Lymphgefässe der Drüse aus weiten, zwischen den Samencanälchen verlaufenden, wandungslosen Gängen ihren Ursprung nehmen. His [3] konnte jene Angabe bestätigen, und vermochte durch Silbereinwirkung nachzuweisen, dass die Lymphwurzeln im Hoden mit einem charakteristischen Epithel ausgekleidet sind. Auch Frey [4] stimmt auf Grund zahlreicher Injectionen der Anschauung jener Forscher bei. Tommasi [5] behandelte frische Hodenschnitte mit einer 1% Silberlösung und kam zu dem Schluss, dass die Lymphgefässe des Hodens in ein wahres System von Lacunen enden, in welchem die Samencanälchen aufgehängt sind, dass ferner die Wände dieser Lacunen mit einem Epithelium bedeckt sind, ähnlich dem der Lymphgefässe, welches sich auch auf die Samencanälchen fortsetzt.

1) Wiener Sitzungsberichte, Bd. XLIV, S. 221.
2) Osservazioni, Pavia 1836, Tab. VIII. 3) Zeitschrift für wiss. Zoologie, S. 469.
4) Virchow's Archiv, Bd. XXVIII, S. 370.
5) Virchow's Archiv, Bd. XXXVIII, S. 370.

Kölliker[1] tritt jenen Erfahrungen bei. Er fand beim Stiere die Durchmesser der feinsten Röhren von 40—90 μ., die Epithelialzellen 90—110 μ. lang und 10—20 μ. breit. Auch vermochte er, was mir ebenfalls leicht gelang, die Epithelzellen auf den Samencanälchen durch Behandlung mit Höllenstein darzustellen.

Was die vom Plexus spermaticus internus abstammenden Nerven des Hodens betrifft, so war es bis auf die neueste Zeit keinem Forscher gelungen, deren weiteren Verlauf zu ergründen.

Vor kurzem hat nun Letzerich[2] die Endigungsweise der Nerven in den Hoden der Säugethiere und des Menschen beschrieben.

An frischen Samencanälchen oder solchen, welche 24 Stunden lang in Chromsäure von $^1/_{20}$—$^1/_{25}$% gelegen hatten, sah Letzerich Nervenfäserchen, welche die Bindegewebschicht mit der Membrana propria durchbohren und zwischen dieser Membran und der ersten Zellenlage in dunkel granulirten Massen enden sollen, indem sie sich in eine unregelmässig gestaltete, glänzend granulirte Protoplasmamasse einsenken und in ihr in einen, bei frischen Präparaten matt, bei schwach erhärteten stärker glänzenden Kopf ausgehen. Die Nervenscheide tritt in die Protoplasmamasse nicht mit ein, sondern scheint in eine ungemein feine Membran überzugehen, welche letztere umgibt, sodass also die eigentlichen Enden der Nervenfäserchen, von verhältnissmässig kurzen, breiten, mit gewöhnlich excentrisch aufsitzenden, runden, glänzenden Knöpfchen versehenen Axencylindern gebildet werden.

Eine Bestätigung haben diese, wenn richtig, gewiss äusserst werthvollen Beobachtungen noch nicht gefunden. Ich habe mich bis jetzt vergeblich bemüht dieselben zu constatiren.

1) Handbuch der Gewebelehre, S. 533. 2) Virchow's Archiv, Bd. 42, S. 540.

Capitel XXV.

Eierstock und Nebeneierstock.

Von

W. Waldeyer.

Die Eierstöcke, Ovarien, sind so weit in der Thierwelt verbreitet als es eine geschlechtliche Fortpflauzung gibt. Ist ihre Einrichtung auch in vielen Fällen eine sehr einfache, dass man kaum mehr von einem besonderen Organe sprechen kann, so ist doch mit vielleicht alleiniger Ausnahme der Poriferen die Formation der weiblichen Keime an besondere Zellencomplexe und an besondere Körperstellen geknüpft, und wir können darin einen Gegensatz zu der Art und Weise finden, wie die Knospen und Keime bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung sich bilden. In den Ovarien entstehen die Eier, sie werden in denselben zur Reife gebracht, mit besonderen Schutzhüllen versehen und oft Jahre lang aufbewahrt. Je höher entwickelt der Gesammtorganismus, desto complicirter ist auch im Allgemeinen der Bau der Eierstöcke.

Bei den drei höheren Wirbelthierklassen, den Säugethieren, Vögeln, Reptilien und wahrscheinlich auch bei den Selachiern, über welche mir keine eigenen Untersuchungen zu Gebote stehen, zeigt der reife Eierstock als wesentliche Bestandtheile 1) das Eierstocksepithel oder Keimepithel, 2) die Eifollikel oder Graaf'schen Follikel, in denen 3) die Eier enthalten sind. Diese Gebilde werden von einem äusserst gefässreichen, muskel- und nervenhaltigen Bindegewebsstroma getragen und zusammengefasst.

Orientiren wir uns zunächst über die Anordnung der genannten Theile an den äusseren Umrissen eines reifen Menschen- oder grösseren Säugethier-Eierstocks und an dem nebenstehenden Sagittal-Durchschnitte vom Ovarium eines erwachsenen Hundes.

Der Eierstock scheint in eine Duplicatur des hinteren Blattes vom Lig. latum eingehüllt und somit von der Serosa überzogen; der aufmerksame Beobachter gewahrt jedoch an der Basis des Organs eine ringsum verlaufende weisse Linie, mit welcher das Peritoneum aufhört und das Oberflächenepithel des Eierstocks, das Keimepithel, beginnt. Letzteres, vgl. Figg. 191 und 192, unterscheidet sich von dem bekannten plattzelligen Epithel des Peritoneums

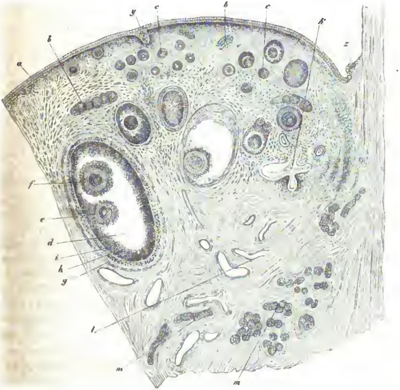


Fig. 191. Vom Ovarium einer älteren Hündin; Stück eines Sagittalschnittes. Hartnack $^3/_4$. *a*. Keimepithel. *b*, *b*. Ovarialschläuche. *c*, *c*. Jungere Follikel. *d*. Aelterer Follikel. *e*. Discus proligerus mit Ei. *f*. Epithel eines zweiten Eies in demselben Follikel. *g*. Tunica fibrosa folliculi. *h*. Tunica propria folliculi. *i*. Follikelepithel (Membrana granulosa). *k*. Collabirter, verödeter Follikel. *l*. Gefässe. *m*, *m*. Zellenschläuche des Parovariums im Längs- und Querschnitt. *y*. Schlauchförmige Einsenkung des Keimepithels in das Eierstocksgewebe. *z*. Beginn des Keimepithels hart am unteren Rande des Ovariums.

durch seine cylindrischen Zellen und eine dunklere Körnung derselben. Das Keimepithel verleiht der Ovarialoberfläche ein mattgraues Aussehen, welches deutlich von der glänzenden Beschaffenheit der Serosa absticht und sich mehr dem einer Schleimhaut nähert. Wenn man das Peritoneum als eine besondere

Haut darstellen wollte, so erleidet es durch das Ovarium eine vollständige Unterbrechung in derselben Weise wie durch den Pavillon der Tube. Die Gleichheit dieser beiden Stellen sowie die Berechtigung, das Oberflächenepithel des Ovariums einem Schleimhautepithel gleichzusetzen, ergibt sich einfach aus dem Umstande, dass bei sehr vielen Eierstöcken das Tubenepithel continuirlich in das Eierstocksepithel übergeht, nur hört hier die Flimmerung auf.

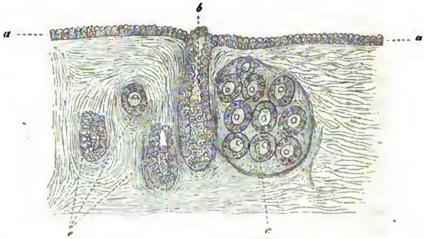


Fig. 192. (No. 14, Taf. II meines Buches[123].) Senkrechter Durchschnitt vom Ovarium einer halbjährigen Hündin, Hartnack $^{2}/_{7}$. *a*. Epithel. *b*. Ovarialschlauch mit freier Mündung. *c*. Grössere Gruppe von Follikeln traubig zusammengelagert. *e*. Schräge und quere Durchschnitte von Ovarialschläuchen.

Der Keimepithelüberzug fehlt den Ovarien der Amphibien, der Knochenfische und der Cyklostomen; weiter unten wird diese Eigenthümlichkeit ihre Erklärung finden. Ueber die Ganoiden und Selachier besitze ich zur Zeit noch keine Erfahrungen.

Grössere und kleinere Graaf'sche Follikel schimmern theils durch die Oberfläche des Eierstocks hindurch, theils erheben sie sich als klare, halbkuglige Blasen mehr oder weniger über das Niveau des Organs, meist von einem sehr engmaschigen, auch schon makroskopisch sichtbaren Gefässnetz umsponnen; dazwischen trifft man einzelne sogenannte »gelbe Körper«, die Rückbildungsformen der Eifollikel.

Der senkrechte Durchschnitt zeigt uns bei *a* in Fig. 191 das Keimepithel, darunter eine aus mehreren einander kreuzenden Schichten zusammengesetzte festere Bindegewebslage, in welcher sich einzelne Ovarialschläuche *b*, *b* und jüngere Eifollikel bei *c*, *c* befinden. Dann folgen die älteren Eifollikel zum Theil mit nahezu reifen Eiern darin, endlich das gefässreiche Hilusstroma, welches man gewohnt ist als M a r k s u b s t a n z den vorhergenannten Schichten, welche zusammen die R i n d e n s u b s t a n z bilden, gegenüber zu stellen. Bezeichnender möchten die Namen P a r e n c h y m z o n e, z o n a p a r e n c h y m a t o s a, für die Rindenschicht und G e f ä s s z o n e, z o n a v a s c u l o s a, für die Marksubstanz sein. Nach diesem Schema sind die Ovarien der erwachse-

nen Säugethiere und des Menschen und im Grossen und Ganzen auch die der Vögel, Reptilien und Selachler aufgebaut. Bei den letzteren Klassen, namentlich bei den Vögeln, zerfällt nur einerseits das Organ durch tiefere Einschnitte in einzelne dicht aneinandergelagerte Lappen, und es wird andererseits durch die Zahl und Grösse der reifen Eifollikel, welche schliesslich an Stielen über die Oberfläche hinaushängen, ein traubiges Aussehen des Eierstocks herbeigeführt, was auf den ersten Blick einen grossen Unterschied zwischen der meist compakten Form eines Säugethier-Eierstocks und dem lappig-traubigen Bau bei einem Vogel oder einem Reptil zu begründen scheint.

Ich muss ausdrücklich hervorheben, dass dieses Schema nur für den reifen Eierstock gilt: es gibt gewiss kein in Form und histologischer Zusammensetzung mehr wandelbares Organ als das Ovarium während der Entwickelung und geschlechtlichen Thätigkeit. Wir werden später die verschiedenen Entwickelungsphasen zu besprechen haben, bleiben wir zunächst bei der Schilderung des reifen Eierstocks.

Der grösste Theil des Ovarialstromas beim Menschen und Säugethier ist rein bindegewebig. Das Bindegewebe der Gefässzone ist langfasrig und weniger fest, seine Bündel sind nicht selten von elastischen Fasern umsponnen; das der Parenchymzone scheidet sich beim erwachsenen Weibe in eine derbe, kurzfasrige äussere Lage, deren Bündel einander in den verschiedensten Richtungen durchkreuzen, und in eine sehr zellenreiche innere Schicht, in welcher die Follikel ruhen; die grösseren Follikel reichen bis in den Anfang der Gefässzone hinein.

Die Aufrechterhaltung einer Albuginea beim Ovarium als einer besonderen Haut dürfte jetzt mehr durch das Recht des Alters, als durch eine anatomische und histologische Nothwendigkeit beliebt werden. Mit Messer und Scheere lässt sich keine besondere bindegewebige Hülle abpräpariren. Mikroskopisch zeigt sich beim Menschen, wie es Henle[50] treu dargestellt hat, zu äusserst eine aus ziemlich kurzen, derben Bindegewebsfasern mit wenig eingestreuten Spindelzellen bestehende, meist dreischichtige Lage. Diese drei Schichten, von denen die erste und dritte gewöhnlich mit sagittalem, die mittlere mit transversalem Faserlauf das Ovarium überziehen, können zusammen als Albuginea bezeichnet werden. Doch ist zu bemerken, dass bei Neugeborenen und bis zum dritten Lebensjahre hin keine continuirliche Faserlage unterschieden wird, indem unmittelbar unter dem Epithel Eischläuche und Eifollikel liegen, und dass ferner mit dem späteren Alter die Zahl dieser zellenarmen, derben strata zunimmt, so dass man 5—6 solcher Schichten antreffen kann; endlich kommt hinzu, dass die sogenannte Albuginea mit den unter ihr liegenden Fasermassen untrennbar und durch unmerkliche Uebergänge verbunden ist.

Zunächst auf die eben erwähnten parallelen Faserzüge der sogenannten Albuginea folgt eine gleichfalls noch wenig zellenreiche Lage derben Bindegewebes, dessen Fasern gar keine besondere Stratifikation zeigen, sondern in den verschiedensten Richtungen verlaufen, und nach innen in die zellenreiche, die meisten Follikel einschliessende Schicht des Stroma's übergehen. Alle die in diesen peripherischen Schichten vorhandenen Bindegewebsfasern

erscheinen auf dem Querschnitt dunkel, fast wie elastische Fasern, auf dem Längsschnitt glänzend. Auch durch Essigsäure sind diese Partieen nur schwer aufzuhellen; will man die kleinen hie und da noch eingelagerten Follikel schnell sichtbar machen, so ist die Behandlung mit kaustischem Natron zu empfehlen.

Um die jüngeren Follikel herum ist weiter in der Tiefe das Ovarialstroma äusserst zellenreich. Die Zellen sind spindelförmig, manchmal mit sehr langen Ausläufern versehen. Da, wo stärkere Gefässstämme diese Zellenschicht durchsetzen, um zur Oberfläche des Eierstocks zu ziehen, sind dieselben auch von stärkeren Bindegewebszügen begleitet, welche peripherisch sich schirmähnlich ausbreiten und sich wie Gerüstbalken zwischen dem zarteren Zellengewebe ausnehmen; vgl. darüber besonders Henle[50], pg. 481. Bei Thieren, namentlich solchen, deren Ovulation häufiger von Statten geht, findet man hier sehr viele Körnchenzellen, wol ein Zeichen, dass in dieser Schicht, wo die Entwickelung und Rückbildung der Follikel hauptsächlich Platz greift, auch das Stroma mannichfachen Veränderungen unterliegt. His[52] hat noch eine zweite Art von Zellen, die er »Kornzellen« nennt, und die in allen Stücken gewöhnlichen farblosen Blutzellen gleichen, im Eierstock nachgewiesen. Seine Annahme, dass aus denselben das Follikelepithel entstehe, muss jedoch, wie sich weiter unten ergeben wird, als eine irrthümliche bezeichnet werden.

Die glatten Muskelfasern im Ovarium beschränken sich, was die Säugethiere anlangt, auf die Gefässzone, welche sich unmittelbar an die eben geschilderte zellenreiche Schicht der Parenchymzone anschliesst. Sie liegen dort in einzelnen längsziehenden Bündeln um die grösseren und mittelstarken Arterien herum, die sie mitunter scheidenartig umhüllen, vgl. Aeby[1] und Grohe[19]. Sie lassen sich bis an die Grenze der Rindensubstanz verfolgen, treten aber, wenigstens beim Menschen und bei unseren Haussäugethieren, nicht in die letztere selbst ein; keinesfalls gelangen sie bis zu den Follikelwandungen. Etwas anders verhält es sich bei den Amphibien und bei den Knochenfischen, bei denen man überall in den grösseren Stromabalken Züge glatter Muskelfasern zwischen den Eifollikeln hinziehen findet, die sich zum Theil bis in deren äussere Wandschicht erstrecken. Die Ovarien der Knochenfische haben sogar einen vollständigen muskulösen Ueberzug, von dem aus zahlreiche kleinere Muskelbalken in die einzelnen eiertragenden Lamellen ausstrahlen.

Die Frage nach dem Verhalten der glatten Muskelfasern im Ovarium hat zu einer noch keineswegs entschiedenen Controverse Veranlassung gegeben, welche namentlich durch die Erwägung veranlasst wurde, ob nicht die Muskulatur in irgend einer Beziehung zur Eröffnung der Follikel und zur Austreibung der Eier stände. Am weitesten gehen His[52], Rouget[99], Klebs[56] und Aeby[1], welche dem glatten Muskelgewebe einen grossen Antheil an der Zusammensetzung des Ovarialstroma's zuschreiben. His meint sogar fast das gesammte interstitielle Gewebe der Ovarien als ein eigenthümlich modificirtes, gleichsam verkümmertes Muskelgewebe, für welches er den Namen »Spindelgewebe« vorschlägt, ansehen zu können. Die Ge-

fässe des Ovariums besitzen nach His keine Adventitia und Media im gewöhnlichen Sinne, sondern ihre Muskelschichten sollen sich nach und nach in das Stromagewebe des Ovariums auffasern; His sieht sämmtliche spindelförmige Zellen der Ovarien für solche verkümmerte Muskelzellen an. Aeby[1] lässt die glatten Faserzellen bis in die äussere Wandschicht der Eifollikel treten. Rouget[99] bringt ausserdem die Muskelbündel in eine eigenthümliche physiologische Beziehung zu den Gefässen; es solle im Ovarium dieselbe Anordnung der Gefässe und der sie scheidenartig begleitenden Muskelbündel vorhanden sein, wie in den erectilen Organen. Indem Rouget nun den Mechanismus der Erection an dieses Zusammenvorkommen von Gefässen und glatten Muskelfasern knüpft, schreibt er auch dem Ovarium ein Erectionsvermögen zu, welches namentlich zur Zeit der Menstruation in Function trete und den Austritt der Eier befördere. Thatsache ist die eigenthümliche Verbindung von Gefässen und sie begleitenden glatten Faserbündeln in den erectilen Organen; doch fehlen zur Stunde noch directe Beobachtungen über eine etwaige Erection der Ovarien. Contractionen des Stroma's beobachtete Pflüger[86] auf directe electrische Reize bei Fröschen, kam indessen bei Kaninchen zu keinem entscheidenden Resultate; His[52] deutet die starke Vorwölbung der Schnittflächen bei frischen Rindsovarien als Contractionsphänomen; Frey[40] spricht sich in ähnlichem Sinne aus. Die Resultate meiner Untersuchungen stimmen am meisten mit dem von Kölliker[59], Henle[50], Pflüger[84] u. A. Gefundenen überein, wonach dem glatten Muskelgewebe keine so weite Verbreitung im Ovarialstroma zugestanden werden kann, wie His, Aeby und Klebs es wollen. v. Winiwarter[126] hat neuerdings die Elemente der Rindenschicht einer genauen histologischen und histochemischen Analyse unterzogen, aber keine glatten Muskelfasern nachweisen können. Uebrigens stammen die glatten Muskelfasern des Eierstockshilus von Bündeln her, welche vom Ligamentum ovarii und vom Ligamentum latum in den Hilus des Organs einstrahlen; man vgl. darüber besonders die Angaben von Grohe[49] und Luschka[72]. —

Ich habe schon vorhin den ausserordentlichen Reichthum des Eierstocksstroma's an Gefässen erwähnt; der Hilus ovarii enthält ein Convolut von weiten Venen, die bei stärkerer Injection eine Art Gefässbulbus darstellen, Bulbe ovarien Rouget[99]. Die Arterien behalten auch im Ovarium den eigenthümlich korkzieherartig gewundenen Verlauf bei, den schon die grösseren Stämme, die A. spermatica interna und die von der A. uterina sich abzweigenden Aeste, zeigen. Das reichste Capillarnetz, fast ähnlich der membrana Ruyschiana der Chorioidea, findet sich in der inneren Follikelhaut und ist dort besonders von His[53] beschrieben worden; es ist nicht schwierig dasselbe sich in natürlicher Füllung sehr schön zu Gesicht zu bringen, wenn man die Wandung eines kleinen Follikels frisch mit Jodserum unter dem Mikroskope ausbreitet.

Nach den Angaben von His[52] finden sich Lymphgefässe am Hilus ovarii; ferner weite, sackartige Lymphräume, welche die Follikel und gelben Körper schalenförmig umgeben, und wodurch die leichte Auslösbarkeit dieser Gebilde bedingt wird; alle diese Räume sind vermittelst der Einstichsmethode leicht zu injiciren.

Genaueres über den Verlauf der Nerven im Ovarium lässt sich zur Stunde noch nicht angeben. Ich habe neuerdings bei Kaninchen-Eierstöcken, die ich gefrieren liess und dann feine Schnitte mit Goldchlorid behandelte,

zarte, nur mit einer sehr dünnen Markscheide versehene Nervenfasern bis zwischen die grösseren Follikel verfolgt; ihre Endigungsweise vermochte ich jedoch nicht darzustellen.

Die Lagerung der Graaf'schen Follikel im Eierstocke ist weder in den verschiedenen Lebensaltern noch bei den einzelnen Säugethierspecies eine gleiche; wir kommen auf den ersteren Punct weiter unten bei der Entwickelung des Ovariums zurück. Für einzelne öfter zur Untersuchung verwendete Säugethiere möge bemerkt werden, dass bei der Katze und beim Kaninchen dicht unter der sogenannten Albuginea eine Reihe kleinster Follikel in traubigen Gruppen zusammengelagert erscheint; es ist dies die Corticalzellenzone von Schrön [102], Corticalzone von His [52]. Schrön nahm diese jüngsten Follikel irrthümlich für Eier, und ist auf diesen Umstand seine Darstellung der Eientwickelung zurückzuführen. Auch beim Hunde kommen diese traubig zusammengelagerten Follikel vor, vgl. Fig. 192c. Bei dem Menschen, dem Rinde und dem Schweine, überhaupt bei den grösseren Geschöpfen, liegen die Follikel in der vorhin erwähnten zellenreichen Schicht der Parenchymzone, in der Follikelschicht, mehr zerstreut, indem das interstitielle Gewebe zwischen ihnen stärker entwickelt ist.

Man unterscheidet an einem grösseren Graaf'schen Follikel, vgl. Fig. 191 *d*, eine bindegewebige Wandung, Theca folliculi v. Baer [2–5], an der zwei Lagen, die von Henle [50] sogenannte Tunica fibrosa (als äussere Schicht) und die Tunica propria folliculi, erkennbar sind. Die Tunica propria trägt auf ihrer inneren Fläche eine bei den Säugethieren mehrschichtige Cylinderepithellage, das Follikelepithel oder die Membrana granulosa der Autoren. Das Epithel, vgl. Fig. 191 *i*, ist an einer oder mehreren Stellen, je nach der Zahl der im Follikel enthaltenen Eier, zu einem mehr oder minder starken, hügligen Vorsprunge angehäuft, der frei in das Follikellumen hineinragt, der Discus oder cumulus proligerus, Keimscheibe oder Keimhügel. Mitten in diesem Keimhügel steckt gewöhnlich das Ei; der übrige Follikelraum enthält eine klare Flüssigkeit, den Liquor folliculi.

Die Tunica fibrosa ist eine schwache Lage gewöhnlichen fasrigen Bindegewebes; die sehr gefässreiche Tunica propria besteht aus einem zellenreichen jungen Bindegewebe; die Zellen haben Spindel- und Sternformen, daneben kommen viel rundliche, den amöboiden Körpern gleiche Zellen vor, in denen man nach Injection von Zinnober in die Gefässbahn die Farbstoffkörnchen wiederfindet; beide Lagen gehen ohne scharfe Grenze in einander über. An den jüngeren Follikeln fehlen diese Schichten; die Epithelmasse mit der Eizelle liegt hier einfach in einer rundlichen Stromalücke. Ich bin eben so wenig wie Henle [50] im Stande, bei den Säugethieren eine structurlose Basalmembran, weder an den älteren Follikeln, wie Kölliker [59] es wollte, noch an den jüngsten Bildungen aufzufinden. So wie das nackt in das Stroma eingelagerte Follikelepithel mit der Eizelle wächst, übt es gewissermassen einen Reiz auf das umgebende Stroma aus, in Folge dessen man um die etwas grösseren Follikel zunächst eine reich-

lichere Vascularisation bemerkt. Sehr bald zeigt sich nun die erste Spur der späteren Tunica propria in einem Ringe junger Bindegewebszellen um den Epithelhaufen. Dieser Ring wächst mit der zunehmenden Vascularisation, und später gehen seine äusseren Lagen in gewöhnliches fibrilläres Bindegewebe, die Tunica fibrosa, über. Somit erscheint die Entstehung der Follikelwandungen als unmittelbar an die Ausbildung der Gefässe geknüpft, und es liegt nahe, ausgewanderten farblosen Zellen einen gewissen Antheil daran zuzuschreiben.

Die cylindrischen Zellen des Follikelepithels erscheinen durchaus membranlos; ihr nahezu elliptischer Kern ist klar durchscheinend und liegt ziemlich in der Mitte der Zelle. Das Protoplasma muss, dem Verhalten bei leichtem Drucke nach zu schliessen, eine grosse Zähigkeit und Dehnbarkeit besitzen; es zieht sich gern in lange Fäden aus, mittelst derer einzelne Zellen aneinanderhaften. Viele der Epithelzellen enthalten Fettkörnchen, andere helle, glänzende Tropfen, Vacuolen ähnlich, wieder andere zeigen eine unregelmässige wie geschrumpfte Form, und diese Zellen lassen sich auch leicht unter dem Deckglase vollkommen zerdrücken, ja sie zerfallen oft schon in eine feinkörnige Masse, wenn man einen etwas starken Strom unter dem Glase erregt. Ich bin geneigt, aus Allem diesen den Schluss zu ziehen, dass die Zellen des Follikelepithels nach und nach im Liquor folliculi zu Grunde gehen, und dass ihre Zerfallsproducte zum guten Theile bei der Bildung des Liquor ihre Verwendung finden, den man sich somit als Bluttranssudat mit aufgelöster Epithelzellensubstanz denken muss; vgl. auch darüber die Angaben von Luschka[71].

Der Liquor folliculi zeigt frisch eine schwach alkalische, fast neutrale Reaction, ist klar, oder wird wenigstens ganz klar, wenn nach etwa 24stündigem Stehen die suspendirten Zellentrümmer sich zu Boden gesenkt haben. Der darin gelöste Eiweisskörper besteht meinen Untersuchungen nach fast vollständig aus dem von Scherer sogenannten Paralbumin[123].

Am Discus proligerus, welcher sich übrigens nur bei den Eifollikeln der Säugethiere und des Menschen findet, hat man den zum Follikel gehörigen Antheil und das »Eiepithel« zu unterscheiden. Letzteres, vgl. Fig. 191 *f*, und Fig. 193 *G*, *a*, bildet einen continuirlichen Kranz von Cylinderzellen um das Ei, die ganz nach Art eines Epithels der Zona pellucida aufsitzen. Bei den jüngeren Follikeln ist noch kein Flüssigkeit führender Follikelraum zu sehen; das Ei nebst einer noch einfachen Epithelzellenlage füllt den Binnenraum vollständig aus. Allmählich tritt eine mehrfache Lage von Epithelzellen auf, welche das Ei umbettet; später erst bemerkt man an einer vom Ei entfernten Stelle eine dasselbe nahezu halbmondförmig umkreisende Spalte, die sich mit Flüssigkeit erfüllt zeigt; es ist das die erste Spur des Follikelraumes; ein grösserer Haufen Epithelzellen als Anlage des Discus proligerus bleibt dabei dicht um das Ei angehäuft liegen.

In Bezug auf die Lage des Eies im Säugethier-Follikel möge erwähnt werden, dass dieselbe keine constante zu sein scheint; eine Anzahl Forscher

wie Schrön [102] und Henle [50] wollen den Discus proligerus stets nahe der tiefsten Stelle des Follikels gefunden haben, wo letzterer mit dem Ovarialstroma am innigsten verwachsen ist, und die grösste Blutzufuhr erwartet werden kann. Andere wieder wie Coste [33] lassen den Discus dicht unter der oberflächlichsten Stelle des Follikels seinen Platz einnehmen. Ich habe beiderlei Lageverhältnisse angetroffen.

Bei der Schilderung des Baues der Eier lassen sich auch die Eier der Wirbellosen mit in unsere Betrachtung hineinziehen, indem alle Eier in ihren wesentlichen Theilen einander gleich sind, so sehr sie auch äusserlich von einander abzuweichen scheinen.

In seiner ersten Anlage ist jedes Ei eine einfache Zelle mit weichem, körnigem, membranlosem Protoplasma, Kern und Kernkörperchen; wir werden weiter unten bei Besprechung der Entwickelung näher auf die Eigenschaften der jüngsten Eizellen, die ich mit His als »Primordialeier« bezeichne, eingehen. Man nennt seit Purkyně's, v. Baer's und Rud. Wagner's Entdeckungen das Protoplasma der (primordialen) Eizelle den »Eidotter« (vitellus), oder, nach einer empfehlenswerthen Bezeichnung von His, den »Hauptdotter«. Mit Rücksicht auf sein Verhalten bei der Entwickelung, da er allein den Furchungsprocess durchmacht, führt dieser Dotter auch den Namen »Bildungsdotter«. Für den Kern und das Kernkörperchen sind die Bezeichnungen »Keimbläschen« (vesicula germinativa, Purkyně'sches Bläschen) bez. »Keimfleck« (macula germinativa, Wagner'scher Fleck) im Gebrauch.

Bereits während seines Aufenthaltes im Graaf'schen Follikel kommen zu dem Primordialei eine Reihe umgelagerter sekundärer Bildungen hinzu, die sämmtlich als Producte des Follikelepithels anzusehen sind. Es gehören dahin die Dotterhaut, Eihaut, membrana vitellina oder, wie sie beim Säugethierei gewöhnlich genannt wird, die zona pellucida, und der Nahrungsdotter oder, nach der His'schen Bezeichnung, der Nebendotter. Sind diese letztgenannten Theile gehörig ausgebildet, so haben wir das »reife Eierstocksei« vor uns, welches nunmehr seinen bisherigen Ruheplatz, den Eifollikel, verlässt, um der Befruchtung entgegen zu gehen. Während die reifen Eierstockseier den Genitalkanal passiren, erhalten die meisten von ihnen, namentlich diejenigen, in welchen sich der Embryo erst ausserhalb des mütterlichen Körpers weiter entwickelt, noch eine grössere oder geringere Anzahl schützender Hüllen, die von Reichert passend als Eileiterhüllen bezeichnet worden sind.

Es müssen also, wenn man zu einer richtigen Auffassung der einzelnen Eitheile sowie zu einem treffenden Vergleiche der Eier der verschiedenen Thierklassen unter einander kommen will, die Primordialeier, die reifen Eierstockseier und die mit den Eileiterhüllen versehenen Eier unterschieden werden.

Es möge hier daran erinnert werden, dass diejenigen Gebilde, welche man in den Eierstöcken der Vögel, Amphibien, Reptilien, Fische etc. gewöhnlich als Eier bezeichnet, nicht die Eier, sondern die Graaf'schen Follikel dieser Thiere sind.

Die Umhüllungsmembran des Eies, die zona pellucida, s. Fig. 193, *G*, *b*, erscheint bei mässiger Vergrösserung als eine starke, glashelle, homogene Lamelle, welche sich gegen den Dotter scharf absetzt. Wenn man dieselbe mit Nadeln zerreisst, stürzt der Inhalt im Strome hervor, und die Haut, die eine verhältnissmässig erhebliche Resistenz verräth, rollt sich zuweilen um, namentlich ist das bei der Dotterhaut der Frösche der Fall. Das chemische Verhalten der zona ist noch nicht näher gekannt; gegen Säuren, namentlich Essigsäure, ist sie sehr widerstandsfähig und auch in Alkalien nur sehr schwer löslich. Stärkere Vergrösserungen lassen nun bei der Dotterhaut fast sämmtlicher Geschöpfe ein eigenthümliches Structurverhältniss erkennen, welches zuerst von J. Müller[79] und Remak[96] bei der Dotterhaut der Fische nachgewiesen wurde. Dieselbe erscheint nämlich in radiärer Richtung mit zahlreichen Porenkanälchen durchsetzt, welche namentlich bei den Knochenfischen sehr deutlich hervortreten und der Dotterhaut hier ein sehr zierliches, im Flächenbilde chagrinirtes Aussehen verleihen.

Viel feiner sind die Porenkanälchen bei den Säugethieren, s. F. 193 *G*, *b*; bei den Vögeln habe ich sie bis jetzt am reifen Ei nicht nachweisen können; doch ist es hier sehr schwer hinlänglich dünne Durchschnitte der Dotterhaut zu erhalten; mikroskopisch zeigt sich die Dotterhaut der Vögel wie aus sehr feinen, eng verfilzten Fädchen zusammengesetzt.

Die Zellen des Eiepithels, von denen vorhin, pag. 551, die Rede war, und die namentlich bei den Säugethieren als eine besondere, vom Follikelepithel unterschiedene Schicht des Discus proligerus hervortreten, liegen der Dotterhaut unmittelbar an und haften sehr fest an derselben. Bei den Vögeln und Reptilien zerfallen die der Dotterhaut zugewendeten Enden der Follikelepithelien in eine Reihe feinster Stäbchen, wie der Cuticularsaum der Darmepithelien. Diese Basalschicht, zona radiata, ist bei den genannten Thieren die Vorläuferin der Dotterhaut; man kann dieselbe offenbar auch als eine homogene Membran auffassen, die von zahlreichen feinen Protoplasmafäden der Follikelepithelzellen durchzogen ist; vgl. Fig. 194. Bei den Fischen ist es unzweifelhaft, dass feine, haarähnliche Fortsätze, Protoplasmafäden, von den Epithelzellen ausgehen, die in den Porenkanälen der Dotterhaut stecken. Ich empfehle zu diesen Untersuchungen besonders das Barschei, welches zwei Eihüllen zeigt; die äussere dicke Eihülle lässt diese Verhältnisse sehr deutlich erkennen; es gelingt aber auch, dieselben bei hinreichend starken Vergrösserungen ($^1/_{1000}$) an der inneren Haut wahrzunehmen. Aehnliche Beziehungen der Zellen des Eiepithels zu der zona pellucida deutet Pflüger[54] bei Säugethiereiern an. Leydig[68] hat ein Gleiches für Insecteneier, namentlich beim Ei von Timarcha tenebricosa, beschrieben; von den Eiern der Holothurien ist es

seit langem bekannt, und es scheint daher das genannte Structurverhältniss ein sehr verbreitetes zu sein.

Die Bildung der Dotterhaut glaube ich als einen der Formation cuticularer Membranen verwandten Vorgang den Follikelepithelzellen zuschreiben zu müssen; beim Säugethierei fällt dieselbe denjenigen Zellen des Discus proligerus anheim, welche als Eiepithel fungiren. Wahrscheinlich dürfte der Process so vor sich gehen, dass ein Theil des Protoplasma's der Epithelzellen eine cuticulare Umwandlung erleidet, während feine Protoplasmafäden unverändert in der umgewandelten Masse stecken bleiben. Bereits Reichert[95] und namentlich Pflüger[54] haben die Dotterhaut in ähnlicher Weise als ein Product des Follikelepithels aufgefasst.

Von mehreren Beobachtern wird ausser der zona pellucida zwischen dieser und dem Dotter, namentlich bei Fischen und bei den Säugethieren, vgl. Ransom[91], H. Meyer[76] u. A., noch eine zweite ganz feine Haut beschrieben, die dem Dotter eng anliege; das wäre dann eine Dotterhaut sensu strictiori. Ich muss gestehen, dass eine solche Membran darzustellen mir bis jetzt nicht gelungen ist. Bischoff[17 18] hat sich direct gegen eine zweite Dotterhaut ausgesprochen. — Neben den Porenkanälchen kommt in der zona vieler Thiere eine eigenthümliche grössere, zum Dotter führende Oeffnung vor, die von Keber[55] sogenannte Mikropyle. Dieselbe ist bis jetzt sicher nachgewiesen worden bei den Eiern vieler Wirbelloser, namentlich der Insecten, und dann bei den Fischen (Bruch[25], Reichert[93]). Bei den Insecten ist die nächste Umgebung der Mikropyle oft mit den zierlichsten Skulpturen versehen, wodurch die Stelle derselben sich sofort auf der Eihaut heraushebt; vgl. namentlich die Beschreibungen von Leuckart[66]. Auch bei den Fischen sicht man, wie z. B. Buchholz[24] es bei Osmerus eperlanus nachgewiesen hat, mitunter eigenthümliche Anhangsgebilde um die Mikropyle gelagert. Bei den Insecten entsteht sie da, wo die Eizelle mit den sogenannten Dotterbildungszellen communicirt, vgl. weiter unten und Fig. 195. Pflüger[54] hat bei Katzeneiern grössere Oeffnungen beschrieben, in welchen eine der Zellen des Discus lag, die zur Hälfte bereits innerhalb der zona, zur Hälfte noch aussen im Eiepithel sich befand, Zwillingszellen, Spundzellen Pflüger; in anderen Fällen sah er Fortsätze der Zellen des Eiepithels tief in der Zona stecken. Bis jetzt sind diese Beobachtungen von Anderen noch nicht bestätigt worden. — Wo eine Mikropyle vorhanden ist, scheint sie auch stets dem Durchtritte der Samenfäden in das Innere des Eies zu dienen.

Der Hauptdotter weicht in seinen Eigenschaften von dem Verhalten eines gewöhnlichen Zellprotoplasma's nicht ab. Auch Contractilität ist in neuerer Zeit von Pflüger[54], v. La Valette[117] und Stricker[114] an demselben beobachtet worden. Bemerkenswerth ist, dass, vielleicht mit Ausnahme mancher Ganglienzellen, bei der Eizelle, auch abgesehen vom Nebendotter, die grösste Anhäufung von Zellprotoplasma um einen Kern vorhanden ist, die wir kennen; d. h. mit anderen Worten, die Eizellen gehören zu den grössten einkernigen Zellen. Das Eiprotoplasma ist auch im frischen Zustande sehr körnerreich; His[53] beschreibt an demselben eine Anzahl kleiner Körner, die sich durch ihre Reaction als protagonhaltig characterisiren, und die von ihm als wahre Dotterkörner gegenüber den körnigen Bildungen des Nebendotters bezeichnet werden. Beim jüngeren Säugethierei finden sich die verschiedensten Grössen-

abstufungen dieser Körner; die grössten, vgl. Fig. 193 *G, e*, sind vollkommen kuglige Bläschen und gleichen den Dotterkugeln der Vögel; sie liegen, wie die genannte Figur es darstellt, zwischen den kleineren Körnern zerstreut und schimmern durch die Masse der letzteren hindurch. Später nehmen sie an Menge so zu und zeigen einen so starken Glanz, dass ausser ihnen innerhalb der Zona kaum noch etwas gesehen werden kann. Ihre mikrochemischen Reactionen stellen sie zu den Eiweisskörpern.

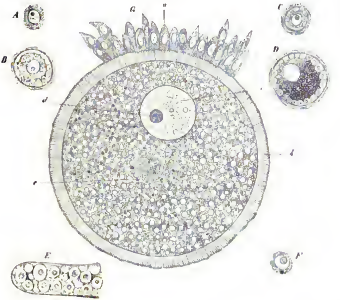


Fig. 193. *A*. Primordialei vom Menschen; Fötus von 8 Monaten (Hartnack $^2/_9$). *B*. Primordialfollikel vom Kaninchen. *C*. Primordialfollikel einer Taube. *D*. Etwas älterer Follikel desselben Thieres; Beginn der Nebendotterbildung. *E*. Blindes Endo des Ovariums von Askaris nigrovenosa. Keimbläschen (zum Theil mit Keimfleck und Schrön'schem »Korn«) in einer diffusen Protoplasmamasse. *F*. Ei von Askaris nigrovenosa ungefähr aus der Mitte des Ovariums; Schrön'sches Korn; Beginn der Dotterablagerung. *G*. Ei aus einem 2mm. dicken Follikel des Kaninchens. *a*. Eiepithel. *b*. Radiär gestreifte zona. *c*. Keimbläschen. *d*. Keimfleck. *e*. Dotter. *B—G*. Hartnack $^3/_9$.

Das Keimbläschen erscheint als ein innerhalb des Hauptdotters meist etwas excentrisch gelegenes Bläschen, hell glänzend mit scharfem Contour, kreisrund, im Verhältniss zur Zelle gross. Es sind diese grossen glänzenden Kerne etwas für die Eizellen auf den ersten Blick ausserordentlich characteristisches. Ich habe bis jetzt stets nur einen Kern in jeder Eizelle gesehen; Kölliker[59] bildet eine junge Eizelle mit 2 Kernen ab; beim reifen Ei scheint ein doppeltes Keimbläschen noch niemals beobachtet worden zu sein.

Den Primordialeiern fehlt nie das Kernkörperchen, die macula germinativa. Dasselbe hat meist eine mattglänzende oder feinkörnige Beschaffenheit und erscheint mehr wie ein solider Körper, wie ich mit v. la Valette [117] annehmen möchte, während Schrön [103] es für ein Bläschen erklärt hat. Nach Zusatz von destillirtem Wasser schwindet der Keimfleck (v. la Valette [117]). Zwei Keimflecke in einem Keimbläschen sind schon öfter beschrieben worden, so beim Maikäfer bereits von R. Wagner (Geschichte der Zeugung und Entwickelung, Abhandl. der bayrischen Akad. d. Wissensch. Bd. II, 1837), dann von v. la Valette [117] bei einer Libellenlarve, und jüngst von Claparède beim Regenwurme als regelmässige Bildung. Hier zeigten sich die beiden Keimflecke, von denen der eine stets erheblich grösser erschien, zu einem Doppelfleck verbunden (s. Zeitschrift f. wiss. Zool. 19. Bd. 1869. p. 563).

Ausser dem Keimfleck finden sich im Keimbläschen mitunter noch einzelne kleine runde Körperchen, deren Bedeutung zur Zeit noch nicht feststeht. Wenn man den Keimfleck mit v. la Valette [117] und Pflüger [81] als einen Niederschlag aus dem Keimbläschen ansieht, so dürften diese Körperchen ähnlich aufzufassen sein. Nur bei den Säugethieren bleibt der Keimfleck auch in den reifen Eiern bestehen; bei allen übrigen Vertebraten schwindet er schon sehr früh, und man trifft statt seiner im Keimbläschen eine wolkige, fein körnige Masse, die von mehreren glänzenden Kügelchen durchsetzt ist, namentlich bei den Batrachiern und Knochenfischen; der Zeitpunkt des Verschwindens des Keimflecks lässt sich nicht genauer fixiren.

Von Schrön ist neuerdings in den Keimflecken noch ein weiteres äusserst kleines, glänzendes, anscheinend solides Körperchen beschrieben worden, das er »Korn« nennt. Bei Säugethieren habe ich dasselbe bisher nicht finden können, dagegen ist es constant bei vielen niederen Thieren, z. B. bei den Askariden, vorhanden, vielleicht aber als der kleinere Theil des Claparède'schen Doppelflecks zu erklären, vgl. Fig. 193, *E* und *F*. v. la Valette [117] hält das Schrön'sche Korn für eine Vacuole und kann überhaupt keine beständige Bildung darin finden. Am weitesten mit seinen Angaben über den Bau des Keimflecks geht Balbiani [9]. Er beschreibt contractile Vacuolen im Inneren des ebenfalls contractilen Keimflecks. Vom Keimfleck solle ein hohler, canalförmiger Ausläufer abgehen, der in einem ähnlichen Canale des Keimbläschens stecke; die Vacuolen des Keimflecks communicirten endlich mit dem röhrenförmigen Fortsatze des letzteren.

Es ist bisher so ziemlich allgemein angenommen worden, dass das reife Säugethierei nichts anderes, als ein stark gewachsenes Primordialei wäre; neuere Beobachtungen und Deutungen, denen ich mich gern anschliesse, lassen aber mit grosser Wahrscheinlichkeit vermuthen, dass im reifen Säugethierei ausser dem Hauptdotter auch noch eine gewisse Menge Nebendotter vorhanden sei. Pflüger [84] namentlich hat uns zwei differente Bestandtheile des Eidotters bei den Säugethieren kennen gelehrt, von denen der eine, bei jungen Eiern hellere, das Keimbläschen zunächst umgebe, der andere, dunklere, wie eine peripherische Auflagerung zu diesem sich verhalte. Es liegt am nächsten diese peripherische Dotterportion als eine spätere Bildung anzusehen, die vielleicht vom Follikelepithel ausgeht. Es ist dieser Umstand namentlich für die vergleichend anatomische Betrachtung der Eier von grösster Wichtigkeit.

Das Ei der Vögel und der Reptilien hat bisher in der Deutung seiner Bestandtheile den Forschern viel zu schaffen gemacht. Die einfache Beobachtung zeigt uns beim reifen Eierstocksei, eingehüllt von der Dotterhaut, eine umfangreiche gelbe Masse, den gelben Nahrungsdotter, der an seiner Peripherie von einem dünnen Kugelmantel weisser Dottermasse, dem weissen Nahrungsdotter, eingehüllt ist. Bei ruhiger Gleichgewichtslage des Eies immer obenschwimmend finden wir dicht unter der Dotterhaut, vgl. J. Oellacher in Stricker's »Studien aus dem Institute für experimentelle Pathologie in Wien, Wien 1870, Taf. II, Fig. 1, einen etwa 3—4 mm. im Durchmesser haltenden weisslichen Fleck, den Hahnentritt oder die Cicatricula; es ist dieses der Hauptdotter mit dem Keimbläschen. Untersuchen wir diese Verhältnisse am gelegten Ei, so ist, wenn wie gewöhnlich das Ei befruchtet war, schon der Furchungsprocess abgelaufen, und wir sehen dann in diesem Fleck die gefurchte Keimscheibe vor uns. Der weisse Dotter umgibt den Hauptdotter von allen Seiten und senkt sich dann wie ein dünner Faden bis etwa in die Mitte des gelben Dotters hinab, wo er eine erbsengrosse kuglige Anschwellung, die Purkyně'sche Latebra oder Dotterhöhle, bildet*).

Der Hauptdotter mit dem Keimbläschen bietet, abgesehen von den Grössenverhältnissen und dem frühzeitigen Schwinden des Keimflecks, keine Besonderheiten; er stellt das Primordialei dar; die Hauptschwierigkeit beim Vogelei liegt in der Frage nach der Entstehung des Nahrungsdotters und nach seinem Verhältnisse zur primordialen Eizelle.

Es möge hier in Bezug auf den geschichtlichen Stand der Dinge kurz gesagt sein, dass sich seit der Entdeckung des Säugethiereies durch v. Baer zwei Ansichten in Betreff des Vogeleies einander gegenüber gestellt haben, deren eine, mit Schwann [104], Gegenbaur [43], Leuckart, Kölliker [58], Cramer [34] an der Spitze, das Vogelei als ein Ganzes, als eine Zelle, auffassen zu müssen glaubt, während die andere, von H. Meckel [73], Allen Thomson [115], Ecker [37], Stricker [114], His [53] u. A. vertretene, den Nahrungsdotter so wie die Dotterhaut als eine sekundäre Auflagerung, und zwar als ein Product des Follikelepithels, angenommen hat. Gegenstand einer anderen Controverse ist die Beurtheilung der Elemente des Nahrungsdotters, welche von Schwann [104] und Klebs [56] und neuerdings von His [53] für Zellen erklärt worden sind, während Andere, namentlich Gegenbaur [43] und Stricker [114], sie für kuglige, tropfenähnliche Gebilde eigener Art halten, die auf die Dignität einer Zelle keinen Anspruch machen könnten, sondern eher mit Colloidkugeln, Eiweisstropfen etc. in Sekreten in Parallele zu bringen seien.

Die jüngsten Vogeleier sind denen der Säugethiere vollkommen gleich; s. z. B. Fig. 193 *B*, *C* und *D*, nur dass das Follikelepithel stets einschichtig bleibt, was ich His [53] gegenüber erwähnen möchte. Bald bemerkt man eine Zunahme des Follikelinhaltes, jedoch tritt niemals eine Flüssigkeit analog

*) Der Ausdruck »Höhle« bezieht sich auf den Umstand, dass bei gekochten Eiern diese kuglige weisse Dottermasse gewöhnlich nicht gerinnt sondern flüssig bleibt, so dass man in der That einen mit Flüssigkeit gefüllten Hohlraum vor sich zu haben glaubt.

dem Liquor folliculi auf, sondern eine feinkörnige Masse, die sich um den Hauptdotter herumlagert und sich deutlich von ihm trennen lässt; es ist dieses die erste Anlage der Nebendottermasse; der Hauptdotter bleibt dabei im Wesentlichen unverändert. Je älter der Follikel wird, desto grösser erscheinen die kleinen Körner der Nebendottermasse; bald nehmen sie die Gestalt von eckigen, glänzenden Körpern und demnächst von kleinen Kugeln an, die durchweg homogen erscheinen, und an denen sich keine Membran nachweisen lässt, wenigstens dürfte man wol jenes Häutchen, welches bei Wasserzusatz an den grösseren Kugeln hervortritt, nicht als Aequivalent einer Zellmembran ansehen. Diese kleinen, eckigen und runden Dotterkörper sind sehr resistent; beim Quetschen mit dem Deckglase zeigen sie eine strahlige, sternförmige Bruchfläche; ihre namentlich in jüngster Zeit von His studirten chemischen Reactionen stellen sie in die Reihe der Protagon führenden Stoffe. Schliesslich erlangen diese Kugeln recht ansehnliche Dimensionen; man kann aber Stufe für Stufe den Uebergang von den kleinsten Dotterkörpern zu den grössten Dotterkugeln verfolgen. In den grösseren Kugeln trifft man fast stets eine oder mehrere der kleineren Formen an, und häufig liegen in den letzteren noch kleinere Körper. Dieser Umstand hauptsächlich hat His[53] veranlasst, die Dotterkugeln für Zellen zu erklären, indem er die von ihnen eingeschlossenen Körper für Kerne bez. Kernkörperchen ansah. Form, Unbeständigkeit des Vorkommens, ihre feste Consistenz, die allmählichen Uebergänge von den kleineren zu den grösseren Kugeln, der Umstand, dass, je älter der Follikel wird, desto mehr die Zahl der kleinen Kugeln ab, die der grösseren zunimmt, lassen mich dieser Deutung nicht beistimmen. Ebenso wenig kann ich aber mit Gegenbaur an eine endogene Entstehung der kleineren Kugeln in den grösseren glauben; ich halte es für viel wahrscheinlicher, dass die kleineren Kugeln einfach in die grösseren hineingedrückt werden, da die grösseren Kugeln sehr viel weicher sind als die kleineren, und bei jeder Bewegung des Dotters die dichtgedrängten Dotterelemente auf einander drücken müssen. Die grösseren Kugeln scheinen einfach durch Quellung aus den kleineren Elementen hervorzugehen. v. Wittich[128] hat für den Dotter des Arachnideneies ähnliche Angaben gemacht; die Dotterkugeln sind hier keine Zellen, sie vergrössern sich durch Imbibition mit der sie umgebenden flüssigen Eiweisssubstanz. — Der gelbe Dotter, welcher später die Hauptmasse des Vogel- und Reptilieneies ausmacht, ist nur eine Modification des weissen; er führt hauptsächlich die grösseren Dotterkugeln, deren Masse aber fein molekulär getrübt ist; wie diese Trübung entsteht, ist bis jetzt noch unerforscht.

Woher stammt denn aber schliesslich jene erste feinkörnige Nebendottermasse? Dieselbe ist unstreitig ein Product des Follikelepithels, gradezu ein metamorphosirtes Protoplasma der Follikelepithelzellen. In diesem Puncte bleibe ich mit Gegenbaur, dessen Ansicht ich sonst in den meisten Puncten theile, in Differenz, indem Gegenbaur[45] noch jüngst seine frühere Annahme, dass die Dotterbestandtheile nur Differenzirungen aus dem Protoplasma der

primitiven Eizelle seien, ausdrücklich hervorgehoben hat. Bei jungen Eiern sieht man gar keine Grenze zwischen dem Protoplasma der Epithelzellen und dem feinkörnigen Nebendotter; es scheint, als ob das Protoplasma selbst am inneren membranlosen Ende der Zellen vorquelle und in die Nebendottermasse übergehe, während am Kernende der Epithelzellen, welches näher der Follikelwand anliegt, immer neues Protoplasma gebildet werde und nachrücke. Wie dem immer sein möge, jedenfalls hat das Follikelepithel mit der Bildung des Nebendotters direct zu thun, das geht aus zwei Umständen hervor. Einmal finden sich, namentlich bei Eidechsen, bereits im Protoplasma der Epithelzellen ganz kleine, glänzende, den jüngsten Dotterkörnern ähnliche Gebilde, und dann sind die Follikelepithelzellen, s. Fig. 194, am stärksten ausgebildet, während die Dotterproduction am reichlichsten vor sich geht. Es haben auch bereits Meckel v. Hemsbach[73], Allen Thomson[115] u. A. in diesem Sinne sich ausgesprochen. Die radiär gestreifte Lage, s. Fig. 194, zwischen Follikelepithel und Dotter kann kein Hinderniss für diese Bildungsweise abgeben, denn dieselbe ist, wie ich bereits vorhin angegeben habe, mit zahlreichen Porenkanälchen durchsetzt, in welchen feine Protoplasmafäden der Epithelzellen stecken.

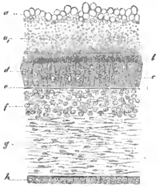


Fig. 194 (No. 25, Tafel III meines Buches). Durchschnitt der Wandung eines 4 Mm. grossen Hühnerfollikels, Hartnack $^3/_7$. *a.* Dotterkugeln. a_1 Molekuläre Dotterschicht. *b.* Zona radiata. *c.* Follikelepithel. *d.* Epithelzelle mit feinen Härchen am Basalende. *e.* Membrana propria folliculi. *f.* Innere zellenreiche Lage der bindegewebigen Follikelwand. *g.* Aeussere Lage. *h.* Eierstocksepithel.

Ganz gleiche Verhältnisse bieten, wie namentlich Gegenbaur's[43] Untersuchungen dargethan haben, die Eier der Selachier dar. Ebenso finde ich die Eibildung bei den Knochenfischen und den höheren Crustaceen, z. B. Astacus fluviatilis, deren Dotterplättchen und Dotterkugeln ganz auf dieselbe Weise entstehen, und deren Eier, ebenso wie die der Vögel, einen Haupt- und Nebendotter deutlich unterscheiden lassen. Für den durchgreifenden Unterschied des Hauptdotters vom Nebendotter hat S. Stricker[114] eine schöne Beobachtung am Forelleneie gemacht, bei welchem man unter günstigen Verhältnissen an dem ersteren amöboide Bewegungen beobachten kann, während der letztere sich ganz passiv verhält.

Die Eier der Batrachier, obgleich sie sonst denen der Knochenfische sehr nahe kommen, lassen eine deutliche Trennung von Haupt- und Nebendotter nicht wahrnehmen; die Verhältnisse sind hier wieder mehr denen der Säugethiere gleich. Doch spricht manches, z. B. das Entstehen der Dotterplättchen, die sich ganz analog denen der Fische verhalten, dafür, dass auch hier vom Follikelepithel aus eine Nebendottermasse gebildet wird, die sich von der

Hauptdottermasse nur nicht so leicht optisch trennen lässt. Auf die Bedenken, welche man gegen diese Annahme aus der Totalfurchung der Batrachiereier herleiten könnte, komme ich zurück.

Die eben erwähnten Dotterplättchen, welche man in den Eiern der Schildkröten, der Batrachier, der Knorpelfische und vieler Knochenfische findet, sind doppeltbrechende Krystalle (Radlkofer) einer eiweissartigen Substanz, welche W. Kühne, Lehrbuch der physiologischen Chemie, pag 552, für Vitellin erklärt. Virchow [119] stellte zuerst durch mikrochemische Reactionen ihre eiweissähnliche Natur fest und zeigte, dass sie wenigstens kein Fett seien, wofür man sie früher zu halten geneigt war. Die Form der Krystalle ist bei den verschiedenen Species verschieden, bei Rana z. B. sind es quadratische, oft an den Ecken zugespitzte Tafeln, bei Perca kommen sehr wechselnde Formen vor, die bei den reifen Eiern meist in die Kugelgestalt übergehen. Man vgl. hierzu namentlich die Arbeit von Radlkofer, Zeitschrift für wiss. Zool. Bd. 9, »Ueber die wahre Natur der Dotterplättchen.«

Ich knüpfe an diese Betrachtung der Eier der Vertebraten ein paar Worte über den Eierstock und die Eier der Wirbellosen.

Lieberkühn's [69] Beobachtungen bei den Poriferen, Balbiani's [8] und Stein's [110] Untersuchungen bei den Infusorien, Greef's [45] und Strethill Wrights [112 113] Angaben über die Rhizopoden haben uns einige Aufklärung über die einschlägigen Verhältnisse bei den Protozoen gegeben; indessen sind unsere Kenntnisse hier noch äusserst lückenhaft. Die Eier der Poriferen entwickeln sich noch nicht in besonderen Organen, sondern es können sich einzelne Epithelzellen (?) der Wandungen des den Schwammkörper durchziehenden Kanalsystems zu Eiern ausbilden. Bei den Infusorien tritt zuerst nach Balbiani's Endeckung ein besonderes Organ, der sogenannnte Nucleus, für die weiblichen Keime auf. Dieser Nucleus hat bekanntlich eine sehr wechselnde, runde, ovale oder selbst bandförmige Gestalt; sein körniger, protoplasmaähnlicher Inhalt zerfällt bei der die Befruchtung einleitenden Conjugation zweier Infusorien durch eine Art Furchungsprocess in mehrere Abtheilungen, und es ist noch fraglich, ob man den Nucleus als ein einziges Ei, oder diese Theilproducte als Eier, den Nucleus also als ein Ovarium, welches dann nur aus Keimstoff ohne alle gerüstbildende Zwischensubstanz bestände, ansehen darf. Am unvollkommensten ist unser Wissen über die weiblichen Keime der Rhizopoden; die wenigen hierauf bezüglichen Angaben der genannten Autoren lassen vermuthen, dass es ein dem Nucleus der Infusorien ähnliches Gebilde ist, welches hier die Eier birgt.

Die Coelenteraten zeigen schon durchweg besondere Organe für die Erzeugung der Eier, die bei den höheren Formen, Actinien, Ctenophoren etc., eine follikuläre Gestalt haben. Die Eier entstehen vermuthlich aus den diese Follikel auskleidenden Zellen. Im Allgemeinen erscheinen die Eierkapseln als Anhänge des Gastrovascularapparates, vielfach deutlich als sackförmige Aus-

stülpungen des letzteren, wie ja bekanntlich bei diesen Thieren die Zeugungsmassen auch in die Magenhöhle oder in deren radiäre Verzweigungen entleert werden.

Rundliche oder längliche Schläuche, die meist zu mehreren drüsenförmigen Gruppen vereinigt sind, bilden die Eierstöcke der Echinodermen; die Zahl und Anordnung der Gruppen entspricht den Radiärsegmenten des Körpers. Bei den höheren Formen, wie z. B. bei den Holothurien, man vgl. die Arbeit von E. Selenka [105], münden die einzelnen Drüsenschläuche in einen oder mehrere Ausführungsgänge. Die Eier liegen dichtgedrängt in den Drüsenschläuchen; ihre Entwickelung bedarf jedoch noch einer genaueren Untersuchung. Sie besitzen im reifen Zustande eine dicke Dotterhaut, die eine radiäre Streifung zeigt, und eine als Mikropyle, vgl. pg. 554, zu deutende Oeffnung.

Was die Ovarien der Würmer betrifft, so kann ich darüber nach den Erfahrungen von Meissner [75], Bischoff, Zeitschrift f. wissensch. Zool. Bd. VI, Munk [51], Leuckart [67], Hering [51], Claparède [27 28] u. A. so wie nach eigenen Beobachtungen an Askariden Folgendes mittheilen. Das eigentliche Ovarium ist entweder ein bläschenförmiges Organ, welches mit einem besonderen Ausführungsgange in den complicirt gebauten Geschlechtskanal einmündet, oder aber es stellt, wie bei den Askariden, das letzte blinde Ende des Genitalschlauches dar. Da bei vielen Würmern, namentlich den parasitischen (Trematoden, Cestoden), noch besondere Drüsen vorhanden sind, die man seit v. Siebold als »Dotterstöcke« bezeichnet, so hat man hier das eigentliche Ovarium als »Keimstock« davon unterschieden. Was die Function dieser beiden, offenbar der Eibildung dienenden, drüsigen Apparate anlangt, so bilden sich im Keimstocke entschieden die Keimbläschen mit dem Keimfleck; ausserdem aber liegt um und zwischen den Keimbläschen auch im letzten Ende des Keimstockes immer eine wenn auch geringe Menge feinkörnigen Protoplasma's, wie bereits Bischoff angegeben hat, und jemehr die Eier dem Ausgange des Keimstockes sich nähern, desto deutlicher tritt ein Protoplasmahof um jedes Keimbläschen auf, und jedes Ei erscheint als vollendete Zelle mit Protoplasma (Dotter), Kern und Kernkörperchen; somit wären die Eier des Keimstockes den Primordialeiern der Wirbelthiere zu vergleichen. Vielfach wird angegeben, dass in den Keimstöcken nur die Keimbläschen sich bildeten, und sämmtliches Dotterprotoplasma aus den Dotterstöcken stamme. Ich kann dem nicht zustimmen, sondern sehe wie Gegenbaur [45], pg. 287, an jedem Ei, welches den Keimstock verlässt, bereits einen feinen Protoplasmahof. Uebrigens ist die morphologische Deutung der Dotterstöcke noch keineswegs sicher gestellt; Gegenbaur [45] spricht die Vermuthung aus, dass sie »Theile eines ansehnlichen Ovariums seien, das nur zum kleinsten Theile sich forterhielt, zum grössten dagegen zu den Dotterstöcken sich rückbildete.« Wie dem auch sein möge, es entstehen jedenfalls im Keimstocke, dem eigentlichen Ovarium, fertige, vollendete Zellen, den Primordialeiern der Vertebraten gleich. Beobach-

tungen von Stieda, Reichert's und Du Bois Reymond's Archiv, 1867, pg. 52, G. Walter[121] und Leuckart[67], die ich bei Askaris nigrovenosa bestätigen konnte, zeigen, dass die Eier sich aus den Epithelzellen des Ovarialschlauches entwickeln; wenigstens finden sich die verschiedensten Uebergangsformen, und im letzten Ende des Ovariums sind die jüngsten Eizellen und Epithelzellen nicht mehr von einander zu unterscheiden. So wie bei den Askariden die Eier im Genitalschlauche vorwärts rücken, wächst die das Keimbläschen umhüllende körnige Dottermasse an, und es bildet sich später eine bald dünnere, bald dickere Dottermembran um dieselbe aus. Der Zuwachs an körnigem Dottermaterial ist, wie Leuckart's[67] und meine eigenen Beobachtungen lehren, wol nur auf Rechnung des diese Theile des Genitalschlauchs auskleidenden Epithels zu setzen.— Ich muss mich hier auf diese wenigen Andeutungen beschränken, in denen ich vorzugsweise das hervorgehoben habe, was zur Vergleichung mit der Eibildung der höheren Thiere dienen kann. Ebenso konnte ich auf die verschiedenen Formen der Ovarien und das Verhalten ihrer Ausführungswege bei den so zahlreichen Abtheilungen der Würmer nicht eingehen.

Allen Mollusken kommen für die Eibildung wohlausgebildete drüsige Organe zu, welche aus einer Anzahl acinöser Follikel bestehen, deren Epithelzellen sich zu Eiern umbilden können. Sehr verbreitet beim Molluskentypus ist eine sogenannte »Zwitterdrüse«, in welcher, mitunter sogar in denselben Follikeln, sowohl Eier als auch Samenkörperchen, und zwar aus den Epithelzellen der Drüsenacini, wie noch jüngst Eisig, Zeitsch. f. wissensch. Zool. Bd. 19, von Lymnaeus auricularis es beschrieben hat, gebildet werden. Beiderlei Zeugungsstoffe finden dann auch ihre Abfuhr durch denselben Ausführungsweg. Soviel ich bei Helix und Limax gesehen habe, sind die den Wandungen der acini anhaftenden grösseren Eier durch eine besondere zartwandige Kapsel von den übrigen Zellen abgeschlossen; es gelang mir nicht, die Bildung dieser Kapsel genauer zu verfolgen, noch die Bildung eines Epithels auf ihrer Innenfläche, wodurch diese Kapsel vollkommen dem Graaf'schen Follikel eines Wirbelthieres gleichkommen würde, nachzuweisen. Ueber die Eibildung bei den Mollusken wolle man vergleichen die Arbeiten von Semper[106], Claparède[29], Baudelot[11], Eisig u. A.

Bei den Arthropoden, welche meinem Erachten nach in Bezug auf die Ausbildung ihrer weiblichen Geschlechtsorgane den Vertebraten noch am nächsten stehen, lassen sich bereits Bildungen nachweisen, die den Graaf'schen Follikeln vollkommen entsprechen.

Fig. 195 stellt in halbschematischer Weise einen Theil der Eiröhre von Vanessa urticae dar; der schmale Theil a ist das Endstück des langen, röhrenförmigen Ovariums, welches durch einen zarten bindegewebigen Strang g an das Rückengefäss angeheftet ist. Innerhalb desselben finden sich am äussersten Ende, bei a_1, grade wie bei den Eiröhren der Askariden, helle Keimbläschen mit Kernkörpern in eine diffuse, zarte Protoplasmamasse ein-

gelagert; weiter nach abwärts sehen wir einen Theil dieser Gebilde, nunmehr schon ein jedes mit gesondertem Protoplasmahof, als Epithelzellen den Wandungen der Eiröhre aufsitzen, während Zellen von ganz gleicher Grösse und gleichem Bau die Axe der Röhre einnehmen, bei a_2 in der Fig. 195. Noch weiter nach abwärts treten sowohl unter den centralen als auch unter den wandständigen Zellen einzelne durch ihre Grösse hervor, namentlich durch die grösseren, glänzenden Kerne; sie nehmen immer mehr die Mitte der Röhre ein und werden bald in Gruppen zu 6—8 und mehreren von rosenkranzförmigen Ausbuchtungen der Röhrenwand eingeschlossen. Nunmehr finden wir Abtheilungen der Eiröhre wie bei *b*, in deren Centrum eine Anzahl primordialer Eizellen liegt, während sich die wandständigen Zellen deutlich als Follikelepithel — denn als Follikel darf man wol die einzelnen Abschnitte des Rosenkranzes ansprechen — manifestiren. Weiterhin aber ändert sich das Bild; eine unter den Eizellen, und zwar immer die am tiefsten gelegene, wächst stärker, behält ihren stark vergrösserten Kern, und zugleich wird ihr Protoplasma dunkler, während die Kerne der übrigen primordialen Eizellen an Grösse zurückbleiben und schliesslich sammt ihrem Zellprotoplasma durch körnigen Zerfall untergehen. Gleichzeitig sperrt sich die grössere Eizelle durch eine Einkrüm-

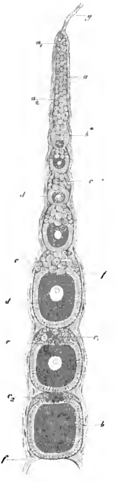


Fig. 195. Eiröhre von Vanessa urticae; halbschematisch. (Ein grosser Theil der Eifollikel ist weggelassen, um die verschiedenen Entwickelungsstufen in einer Figur zusammenstellen zu können.) *a*. Blindes, schlauchförmiges Endstück des Ovariums, bei a_1 Keimbläschen in einer diffusen Protoplasmamasse, bei a_2 bereits vollkommen ausgebildete Zellen enthaltend. *b*, *b*. Eifollikel. *c*, *c*. Dotterbildungszellen, bei c_1 in Zerfall begriffen. c_2 Körnige Masse, Rest der Dotterbildungszellen. *d*, *d*. Eier. *e*. Stelle der späteren Mikropyle. *f*. Bindegewebige Aussenwand der Eiröhre. *g*. Fortsatz dieser bindegewebigen Scheide zum Rückengefäss hin. Vergr. ca. 400.

mung des Epithels von den übrigen Zellen ab. Die so entstandenen beiden Abtheilungen der Follikel werden gewöhnlich als Dotterfach und Keimfach von einander unterschieden, und nennt man seit Lubbock[70], dem die meisten Neueren sich angeschlossen haben, die verkümmernden oberen Eizellen »Dotterbildungszellen«, weil man von der Vorstellung ausging, als ob diese Zellen dazu bestimmt wären, der definitiven Eizelle die Dottermasse zu liefern. Eine strangförmige Bildung, die bei vielen Arthropoden, z. B. bei den Cocciden, (Claus[30]) die Dotterbildungszellen mit der Eizelle verbindet, diente dazu diese Ansicht zu befestigen. Ich kann mich indessen dieser Deutung nicht anschliessen. Einmal finde ich stets nur Erscheinungen der fettigen Degeneration und des Zerfalles bei den Dotterbildungszellen, und dann wächst die Dottermasse des definitiven Eies noch weiter, wenn schon längst die Dotterbildungszellen zu Grunde gegangen sind. Ich halte daher die Dottermasse, wenigstens in ihrem grössten Theile, für ein Product des Follikelepithels, dem auch die Bildung der Dotterhaut, die bei den Insecten oft eine sehr zierliche Zeichnung aufweist, zugeschrieben werden muss. Die Mikropyle bildet sich an dem Pole des Eies aus, welcher dem Dotterfache zugewendet liegt. Vgl. Fig. 195. Aehnlich wie bei Vanessa urticae ist nun der Bau der Ovarien bei den meisten Insecten, so weit ihn uns die Arbeiten von Stein, Vergleichende Anatomie und Physiologie der Insecten I. 1847, H. Meyer[77], Weismann[125], Claus[30], Leydig[68], Lubbock[70], Landois[62] [63], Bessels[14] u. A. kennen gelehrt haben.

Von den höheren Crustaceen habe ich bereits erwähnt, dass die Eier in besonderen Follikeln ausgebildet werden; bei den niederen finden sich einfachere, sack- und schlauchförmige Ovarien. — Die Ovarien und Eier der Araneen, über welche wir durch v. Wittich[127] [128] eine eingehendere Mittheilung erhalten haben, zeichnen sich durch einige Besonderheiten aus. Die Follikel bilden sich durch seitliche Ausstülpungen des schlauchförmigen Ovariums; sie besitzen nach den Angaben v. Wittich's ein Epithel nur in dem kurzen Halsstücke, welches sie mit der Eiröhre verbindet; allerdings häufen sich auch später grade in diesem Theile des Follikels die Dottermolekel an. Die Keimbläschen lassen anfangs keinen Keimfleck sehen, wohl aber, wie aus den Abbildungen v. Wittich's hervorgeht, stets einen kleinen Protoplasmahof. Sie liegen zuerst dicht an den Wandungen des Ovarialschlauches und stülpen dieselben durch ihr Wachsthum, während zugleich sich das sie umgebende Zellenprotoplasma mehrt, seitlich aus; dadurch entstehen die Follikel. Wahrscheinlich darf man auch hier, man vgl. die Fig. 192 *A* bei v. Wittich, die primordialen Eier einfach als gewachsene Epithelzellen des Ovarialschlauches ansehen. Auffallend ist das von v. Wittich entdeckte kuglige, concentrisch geschichtete Gebilde, welches sich neben dem Keimbläschen stets in den Eiern einiger Araneen-Arten vorfindet, der sogenannte Dotterkern; wahrscheinlich ist derselbe mit dem gleichnamigen Gebilde in den Eiern der Batrachier und Knochenfische zusammen zu stellen. Bei den Batrachiern schwindet der Dotterkern in älteren Eiern (Allen Thomson), bei den Araneen verflüssigt sich

später der centrale Theil dieses Gebildes, während der peripherische als eine feste Kapsel zurückbleibt. Die Bedeutung des Dotterkerns ist bis jetzt unbekannt.

Entwickelung der Ovarien und der Eier. Bei Hühnerembryonen bemerkt man die ersten Spuren der Keimdrüsen, gleichviel welchen Geschlechts, gegen das Ende des vierten Tages. Um diese Zeit ist der Wolff'sche Körper mit einem regelmässigen cylindrischen Epithel überzogen, während die übrige Peritonealhöhle bereits kleine platte Zellen zur Auskleidung besitzt.

Wir wissen durch die Arbeit von Schenk [101], dass ursprünglich die ganze Pleuroperitonealspalte an ihrer Innenfläche von cylindrischen Zellen bekleidet ist, welche aus den gespaltenen Seitentheilen des ursprünglichen mittleren Keimblattes hervorgehen. Schenk nimmt an, dass diese der Remak'schen Haut- und Darmfaserplatte entsprechende Zellenlage einzig und allein zur Herstellung des späteren Peritonealepithels verwendet werde. Für die Batrachier hat neuerdings Götte [47] dieser Anschauung sich angeschlossen. Im grössten Bezirke der Peritonealhöhle schwinden sehr bald diese cylindrischen Zellen, und es treten blasse, ganz platte Elemente an deren Stelle, nur der mediale Winkel, der Remak'schen Mittelplatte entsprechend, und später der an dieser Stelle vorwachsende Wolff'sche Körper, behält seinen cylindrischen Epithelbelag bei.

Vom vierten Tage ab macht sich nun sowohl an der medialen als an der lateralen Seite des Wolff'schen Körpers eine starke Verdickung des erwähnten Epithels geltend; die mediale Verdickung ist die erste Anlage des Ovariums, die laterale dient zur Bildung der späteren Tube, des Müller'schen Ganges.

Auch bei den männlichen Embryonen zeigt sich an der Stelle der Keimdrüse zuerst die Epithelverdickung, schwindet aber hier gegen den achten oder neunten Tag, während sie sich bei den weiblichen Individuen immer stärker entwickelt.

Sehr bald sieht man vom interstitiellen Gewebe des Wolff'schen Körpers aus unter jener Epithelverdickung eine kleine, zellenreiche, hüglige Wucherung hervortreiben, vgl. Fig. 196. Das verdickte Epithel über derselben gestaltet sich nun nach und nach zur Anlage der Graaf-schen Follikel und Eier sowie des späteren Ovarialepithels, während die bindegewebige Wucherung bestimmt ist das vasculäre Stroma des Eierstocks zu liefern.

Schon an den Eierstöcken 4—5tägiger Hühnerembryonen kann man die interessante Beobachtung machen, dass unter den Epithelzellen einzelne sich durch eine runde Form, Grösse und umfangreiche Kerne hervorthun, vgl. Fig. 196, *O*. Bei der Regelmässigkeit dieser Bildungen und der Constanz ihres Fundortes darf man wol schliessen, dass man es hier mit den jüngsten Primordialeiern zu thun hat, die sich also schon während des Embryolebens aus den Keimepithelzellen durch einfaches Wachsthum heranbilden. — Bei Säugethieren (Hunde- und Kaninchenembryonen) lassen sich die bisher geschilderten Verhältnisse ebenfalls leicht constatiren.

Die weitere Entwickelung der Ovarien beruht nun auf einem eigenthümlichen Durchwachsungs-Processe des Oberflächenepithels (Keimepithels) einerseits und des darunterliegenden vascularisirten Stroma's andererseits, wovon Fig. 197 eine Anschauung geben kann. Indem vom Stroma aus einzelne feine und stärkere, vascularisirte Bindegewebsreiser nach oben vorwachsen, gleichzeitig aber das Epithel sich ebenfalls durch stete Neuproduction von Zellen vermehrt, gerathen diese Stromabälkchen zwischen die Epithelzellen hinein und umschliessen eine bald grössere bald geringere Menge derselben, welche auf diese Weise nach und nach in die Tiefe des vascularisirten Stroma's eingebettet werden; bei c, Fig. 197, sieht man solche Bindegewebssprossen, bei d, d eingebettete oder in der Einbettung begriffene Epithelzellenhaufen. Es ist bei der Art und Weise, wie dieser Process vor sich geht, klar, dass die einzelnen Epithelmassen zum grossen Theil unter einander netzförmig zusammenhängen müssen, und dass der Eierstock aus dieser Periode der Entwickelung ein Balkenwerk gefässhaltigen Bindegewebes darstellt, dessen einzelne Maschenräume wie in einem cavernösen Gewebe unter einander communiciren. Schon His[52] und Kölliker[59] haben auf diesen cavernösen Bau des fötalen Eierstocks aufmerksam gemacht, freilich ohne die Entwickelung desselben zu kennen. Kölliker lässt ausserdem ganz richtig die Bildung der Einzelfollikel aus den Epithelzellenhaufen, seinen »Drüsensträngen« (Eisträngen, Frey), durch ein fortschreitendes Zwischenwuchern bindegewebiger Septa vor sich gehen.

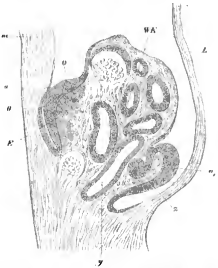


Fig. 196. (Fig. 50, Taf. V meines Buches.) Querschnitt des Wolff'schen Körpers mit der Anlage des Eierstocks und des Müller'schen Ganges. (Hühnerembryo vom Ende des vierten Brüttages.) WK. Wolff'scher Körper. y. Querschnitt des Wolff'schen Ganges. a_1 und a. Verdicktes Keimepithel. z. Müller'scher Gang im Zusammenhange mit dem Keimepithel. E. Eierstocksanlage mit stark verdicktem Keimepithel. O, O. Primordialeier. m. Mesenterium. L. Seitliche Bauchwand.

Von den eingebetteten Epithelzellen heben sich nun bald sehr viele durch ihre Grösse und die Grösse ihrer Kerne unter den übrigen hervor, wie wir das bereits beim Oberflächenepithel fanden und auch noch in dieser Entwickelungsperiode antreffen können, vgl. Fig. 198. Schon Pflüger[54], pg. 113, hat in seiner dritten vorläufigen Mittheilung kurz solcher jüngster Eizellen im

Ovarialepithel von jungen Katzen gedacht und sie ausdrücklich als »evidente Eier« bezeichnet; in seiner ausführlichen Arbeit hat er jedoch diese Befunde nicht weiter verfolgt. Andere Zellen bleiben klein und liegen gewöhnlich nach Art eines Epithels um die einzelnen Eizellen, d. h. die grösseren Zellen, herum. Leicht lässt sich ferner durch eine Vergleichung jüngerer und älterer Eierstöcke constatiren, dass das bindegewebige Stroma zwischen den eingelagerten Epithelballen immer mehr zunimmt, und namentlich zwischen die einzelnen Eizellen nebst deren epithelialer Umhüllung hineinwächst. So wird denn bald je ein Epithelballen durch diese einwachsenden vascularisirten Balken in ebenso viele einzelne Fächer getheilt als er Eizellen enthält, nur selten finden

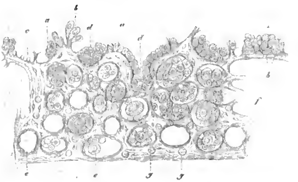


Fig. 197. (Fig. 44, Taf. II meines Buches.) Senkrechter Durchschnitt vom Ovarium eines 32 wöchentlichen menschlichen Fötus, Hartnack $^{2}/_{7}$. *a, a.* Epithel. *b, b.* Jüngste im Epithelstratum gelegene Eizellen. *c.* Bindegewebsbalkchen, welche in das Epithellager vorwachsen. *e, e.* Primordialfollikel mit einer Umgrenzung von schmalen Bindegewebszellen. *f.* Gruppen bereits eingebetteter Epithelzellen (Eiballen) mit einzelnen grösseren Zellen (Primordialeiern) darunter. *g.* Kornzellen His.

sich später Follikel mit 2 und mehreren Eiern darin, s. Fig. 191. — Ich brauche wol nicht erst zu sagen, dass die auf solche Weise hergestellten Einzelfächer die jüngsten Follikel, die Primordialfollikel, sind.

Die Form der Fächer, innerhalb derer die Eizellen sammt dem Follikelepithel eingebettet sind, ist eine sehr verschiedene; rundliche und ovale Formen wechseln mit länglichen, schlauchförmigen Bildungen ab, s. Fig. 198, welche letztere natürlich um so mehr hervortreten müssen, je mehr das interstitielle Stromagewebe zunimmt; so trifft man bei menschlichen Embryonen aus dem 4—7. Monat vorzugsweise die rundlichen Eifächer, während Neugeborene und Kinder aus den ersten Lebensjahren mehr die langgestreckten Epithelschläuche wahrnehmen lassen. Es stellen sich demnach die längeren schlauchförmigen Bildungen im Eierstock, die Ovarialschläuche, als sekundäre Formationen heraus, die mehr von einer gewissen reichlichen Entwickelung des interstitiellen Bindegewebes abhängen und keine nothwendige Vorstufe für die Entstehung der Graaf'schen Follikel sind, wie es PFLÜGER[84] wollte, der auf diese Ovarialschläuche in seiner Darstellung das grösste Gewicht legt.

Pflüger[84] hat an den Schläuchen eine structurlose membrana propria beschrieben, durch deren Einfaltungen die successive Abschnürung der einzelnen Graaf'schen Follikel vor sich gehen soll. Es ist mir bisher nicht gelungen eine solche membrana propria darzustellen; auch His[52] und Langhans[64] so wie Kölliker[59] vermissensie; sie fehlt auch, wie bemerkt, an den Follikeln der Säugethiere, dagegen tritt sie bei den grösseren Follikeln der Vögel in einem späteren Stadium auf, vgl. Fig. 194. Bei der Abschnürung der Follikel bleiben nach Pflüger eine Zeitlang noch die Eizellen mittelst ihres Protoplasma's im Zusammenhange; die betreffende Stelle, der Follikelpol, ist auch nach vollbrachter Abschnürung durch die grössere Kleinheit der Epithelzellen ausgezeichnet.

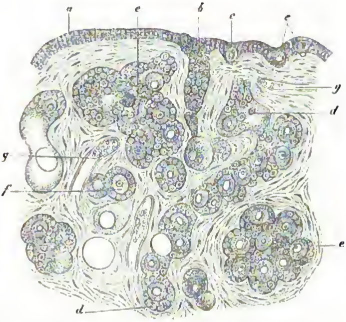


Fig. 198. Partie eines sagittalen Durchnittes vom Ovarium eines neugeborenen Kindes. (Hartnack 3/7 mit eingeschobenem Tubus.) *a.* Eierstocksepithel. *b.* Anlage eines Ovarialschlauches. *c, c.* Eier im Epithel gelegen. *d, d.* Langer, in der Follikelbildung begriffener Ovarialschlauch. *e, e.* Eiballen ebenfalls in der Zerlegung zu Follikeln begriffen. *f.* Jüngste, bereits isolirte Follikel. *g, g.* Gefässe. In den Schläuchen und Eiballen sind die Primordialeier und die kleineren Epithelzellen, das spätere Follikelepithel, zu unterscheiden.

Nach der Darstellung von Pflüger[84] sollen ferner die Schläuche dicht unter der Oberfläche des Eierstocks blind geschlossen sein; in diesem blinden Ende entstünden dann die Keimbläschen umgeben von einem diffus vertheilten Protoplasma, welches sich distincter um die einzelnen Keimbläschen ordne, sowie letztere tiefer im Schlauche herabrücken. Dabei zeichne sich bald eine Anzahl dieser Zellen durch ihr stärkeres Wachsthum aus, während die übrigen zurückblieben und sich als die Epithelzellen der Schläuche darstellten. Die grösseren Zellen, die primordialen Eier, nehmen die Mitte der Schläuche ein. Die auf diese Weise, welche ganz an das vorher von den Nematoden und Arthropoden Beigebrachte erinnert, entstandenen Eier nennt Pflüger die »Ureier«. Dieselben sollen sich weiterhin durch Theilung und Sprossung vermehren, die Producte dieser Theilungsvorgänge seien dann die definitiven Eier, welche aber eine Zeitlang in den Schläuchen noch durch Protoplasmafortsätze kettenartig zusammenhingen, Eiketten, Pflüger. Das wichtigste Factum in dieser jetzt so ziemlich allgemein acceptirten Darstellung, die Vermehrung der Ureier, ist mir zu sehen nicht gelungen; die Entstehung der Ureier und der Keimbläschen in einem blindgeschlossenen Schlauchende muss ich nach dem vorher Mitgetheilten ebenfalls in Abrede stellen. Uebrigens hat Pflüger selbst in einer seiner Figuren, Taf. III, Fig. 1, einen Zusammenhang seiner Schläuche mit dem cylindrischen Oberflächenepithel des Eierstocks dargestellt und sich auch mehrfach dahin ausgesprochen, dass der Inhalt der Eischläuche vom Ovarialepithel, das er allerdings noch als ein seröses Epithel auffasst, abstammen möchte; schliesslich kommt er jedoch wieder auf die eben referirte Bildungsweise der Eier in blindendigenden Schläuchen zurück und legt jedenfalls darauf das grösste Gewicht.

BISCHOFF und A. haben sich dahin ausgesprochen, dass die Entwickelung der Eier mit dem Ablaufe der Fötalperiode zu Ende sei, und ich muss ihm darin nach meinen Untersuchungen beipflichten. PFLÜGER hat zuerst eine nachembryonale, seiner Vermuthung nach periodisch eintretende, Neubildung von Eischläuchen zu erweisen unternommen, und KÖLLIKER ist ihm darin beigetreten. Letzterer glaubt, Gewebel. pg. 560, durch Wucherung des Epithels schon vorhandener Follikel die Bildung neuer Follikel und Eier annehmen zu können. Ich läugne nicht, dass auch bei Erwachsenen noch schlauchförmige und rundliche Eizellengruppen vorkommen, deren Abschnürung in Follikel noch nicht beendet ist, namentlich habe ich bei Hunden, Kaninchen und Vögeln dergleichen Bildungen häufig gesehen, ebenso wie Einsenkungen des Oberflächenepithels, vgl. Fig. 192; doch bleibt hier immer die Frage offen, ob das nicht Ueberreste aus früheren Bildungsperioden seien; bisher habe ich wenigstens die Ueberzeugung vom Gegentheil nicht gewinnen können. Aehnlich lauten die Angaben von KOSTER [60].

Ueberblicken wir die gewonnenen Resultate, so ergibt sich zunächst, dass nicht das vascularisirte Ovarialstroma es ist, welches die Eier in sich und aus sich, von seinen zelligen Elementen her, erzeugt, wie das vor PFLÜGER's bahnbrechender Arbeit die meisten Forscher zu erweisen gesucht hatten, sondern dass dasselbe nur der Träger einer eigenthümlichen Epithelformation ist, welche sich von Anfang an ganz unabhängig von diesem Stroma als selbstständige Embryonalanlage entwickelte, und die zu dem Stroma in demselben Gegensatze steht, wie überall die Producte der beiden Epithelialblätter des Embryo zu ihrem bindegewebigen, gefässführenden Stützapparate.

Pathologische Erfahrungen, wie namentlich die Entwickelung zahlreicher Dermoidkystome in den Eierstöcken, haben schon lange darauf hingeführt, Zellen, welche dem Hornblatte entstammten, im Eierstocke zu suchen. Auf dem Wege der Entwickelungsgeschichte ist es, nachdem die bekannten Angaben von HIS [52] nicht bestätigt werden konnten, bis jetzt nicht gelungen, einen sicheren Beweis in dieser Richtung hin zu führen. Doch will ich auf eine mir erst jüngst zugegangene Arbeit VAN BAMBEKE's [6] aufmerksam machen, welcher gefunden hat, dass bei Pelobates fuscus dass äusserste Keimblatt, welches den grössten Theil der epidermoidalen Gebilde liefert, zu beiden Seiten des ECKER'schen Dotterpfropfs, an der RUSCONI'schen und REMAK'schen Analspalte, sich in den Binnenraum des Eies umkrümmt und dort einen Theil des dritten Keimblattes bildet, während auch die Zellen des übrigen Theiles ganz den Character der Zellen dieser eingekrümmten Partie annehmen. Von diesem dritten Keimblatte aus entstehen aber bei den Batrachiern die inneren Genitalorgane so wie die Wolff'schen Körper; es dürfte vielleicht diese Beobachtung auf eine richtige Spur leiten. (Man vergleiche hierzu die vorläufigen Mittheilungen GÖTTE's [47a] ähnlichen Inhalts.)

Sehr beachtenswerth ist das frühe Auftreten der Eier, welche sich bei allen Thierklassen einfach als weiter entwickelte, besonders ausgebildete Epithelzellen des Ovariums erweisen, so dass Follikelepithel und Eizellen auch genetisch in einer directen Beziehung stehen.

Ich erinnere bei dieser Gelegenheit an EL. MECZNIKOW's [74] »Polzellen.« Er fand bei Cecidomyiden, dass in der aus einem Zellenhaufen bestehenden jüngsten Ovarialanlage schon beim ersten Auftreten sich besondere Zellen, die er »Polzellen« nennt, auszeichneten; es seien dieses die jüngsten Eier.

Darf man als gesichert ansehen, dass keine Neubildung von Eiern später mehr stattfindet, so hätten wir in diesen Gebilden eines der merkwürdigsten Beispiele langer Lebensdauer von Elementarorganismen vor uns, wenigstens bei den Menschen, wo dieselbe mindestens 40 Jahre betragen könnte.

Die sekundären Zuwächse der primordialen Eizelle, wie den Nebendotter und die zona pellucida, haben wir überall als Producte des Follikelepithels kennen gelernt. Deshalb dürfen wir nur das Primordialei als eine einfache Zelle auffassen, alle reifen Eierstockseier sind schon zusammengesetzte Gebilde.

Diesem Satze widerspricht anscheinend die Erfahrung, dass z. B. die Säugethier- und Batrachiereier so wie die Eier vieler niederen Thiere mit allen ihren Bestandtheilen der Furchung unterliegen. Dieser Widerspruch ist aber bis jetzt kein bindender. Einmal darf man fragen, ob nicht bei dem genetischen Zusammenhange von Ei und Follikelepithel Producte des letzteren, wenn sie in geringer Menge zugeführt werden, der ursprünglichen Eizelle vollständig assimilirt werden können; auf der anderen Seite aber ist es sehr zweifelhaft, ob bei den genannten Geschöpfen auch alle Bestandtheile des Eies direct zum Aufbaue des embryonalen Leibes verwendet werden. Für die Batrachier hat wenigstens Götte [47] hervorgehoben, dass der sogenannte Drüsenkeim Remak's, welcher als Product der Furchung angesehen wird, zum grössten Theile der Larve als Nahrungsmaterial dient. Es sind in dieser Hinsicht noch genauere Untersuchungen über die Furchung und das Verhalten ihrer Producte zur Zelle nothwendig.

Allerdings scheint es auch Eier zu geben, denen kein Nebendotter zugemischt ist. Sehen wir von den Eiern der Protozoen ab, über die man zur Zeit noch kein Urtheil fällen kann, so hat neuerdings Ganin [11] bei einzelnen zur Abtheilung der Pteromalinen gehörigen Hymenopteren reife Eier ohne alle Dotterkörner gefunden, deren Keimbläschen nur von einer geringen Menge klaren Protoplasma's umgeben war.

Die Vergleichung zwischen den Eiern der einzelnen Thierklassen ergibt sich nach dem Vorstehenden schon von selbst. Die Primordial-Eier sind einander überall gleich; auch sind die reifen Eierstockseier der Vertebraten einander vollkommen gleichwerthig, da alle aus dem Primordialei und dem vom Follikelepithel auf dieselbe Weise abstammenden Material zusammengesetzt sind. Damit erledigen sich auf eine sehr einfache Weise die verschiedenen, zum Theile sehr künstlichen Klassifikationen, welche man an den Eiern versucht hat.

Schwieriger ist der Vergleich zwischen den Ovarien der einzelnen Thierspecies durchzuführen. Scheinen dieselben bei den niedersten Thierkreisen auf ihr einfachstes, aber wesentlichstes Element, die Eizelle, reducirt, so finden wir auch noch bei manchen Würmern und Cölenteraten statt besonderer Organe einzelne Stellen der Leibeswand nur mit dem Keimepithel bekleidet, ohne besonders eingerichtete vascularisirte Unterlage, und die Zellen des Keimepithels wachsen ohne weiteres zu Eiern aus. Echinodermen, Mollusken und bei weitem die meisten Arthropoden zeigen schon besondere, nach dem Typus schlauchförmiger oder auch traubiger Drüsen gebaute Organe.

Ferner aber findet sich bei den Mollusken und den meisten Arthropoden schon die Einrichtung der Eifollikel, die bei den Vertebraten zur ständigen, ich möchte sagen, characteristischen Erscheinung wird. Hiermit wird die primordiale Eizelle behufs Ausbildung besonderer Nebentheile noch in ein eigenes Fach eingeschlossen, das ringsum von einem vascularisirten Stroma umgeben ist. Beachtenswerth erscheint dabei der Gegensatz, der zwischen den höheren Vertebraten und den niederen, Batrachiern und Knochenfischen, so wie den meisten Evertebraten stattfindet. Bei den ersteren bleibt wenigstens ein Theil des Eierstocksepithels stets frei zu Tage liegen, während die letzteren alles Epithel vollständig vom vascularisirten Stroma eingeschlossen erhalten. Wir müssen uns diesen Einschluss bei den Amphibien und Knochenfischen so entstanden denken, dass das ursprünglich bei allen Vertebraten flächenhaft ausgebreitete Keimepithel, ebenso wie das Epithel der Tube, bei der weiteren Entwickelung allseitig vom vascularisirten Stroma umwuchert wurde. Bei den meisten Knochenfischen vollzieht sich dieser Vorgang sogar im Zusammenhange mit der Tube, als deren blindgeschlossenes, erweitertes Endstück hier das Ovarium erscheint. Bei den höheren Vertebraten unterbleibt diese totale Einbettung, ebenso wie am Ostium abdominale der Tube.

Die ganze Anlage der Eierstöcke folgt entschieden dem Typus der ächten, d. h. der epithelialen Drüsen; wir haben hier wie dort epitheliale Gebilde in Form von rundlichen oder länglichen Massen in ein vascularisirtes Stroma eingebettet, welches als gefässführendes Gerüst dient, und, wenn wir den Liquor folliculi und den Nebendotter in's Auge fassen, fehlt es auch nicht an einem Secrete. —

Es ist schliesslich noch der weiteren Schicksale der Graaf'schen Follikel zu gedenken, welche sich in der Ovulation und in der Bildung der gelben Körper, corpora lutea, äussern. Beide Vorgänge stehen, wie man schon früher vermuthete, besonders aber in neuerer Zeit Spiegelberg[109] nachgewiesen hat, in der engsten Beziehung zu einander.

Jeder reife Graaf'sche Follikel hat eine längliche, Blut- und Lymphgefässfreie Stelle an seiner vorspringendsten Kuppe, die Narbe, stigma oder macula folliculi. An dieser Stelle reisst beim Austritt des Eies die Follikelwand ein. Die die Ruptur bedingenden Vorgänge sind zweierlei Art, einmal, wie Spiegelberg gezeigt hat, eine ausgedehnte Fettdegeneration der Zellen in den Wandungen der reifen Follikel, dann, als treibende Kraft, die Entwickelung der corpora lutea, welche bereits längere Zeit vor der Eröffnung des Follikels beginnt. Dieselbe besteht in einer mächtigen Zellwucherung sowohl von Seiten des Follikelepithels als auch der tunica propria folliculi; in der letzteren scheinen mir namentlich zahlreiche Wanderzellen auszutreten, wie mich Injections-Versuche mit Farbstoffkörnchen gelehrt haben. Mit den Wanderzellen sprossen Gefässbögen in den Binnenraum des Follikels vor, wodurch dieser Raum immer mehr verengt und endlich an der gefässlosen schwächsten Stelle seiner Wandung zur Eröffnung gebracht wird. Das Ei, sowie bei Säuge-

thieren der Liquor folliculi und der Discus proligerus, letzterer im Zusammenhange mit dem Ei, treten dann aus. Ob dabei immer ein Bluterguss stattfindet ist mir sehr fraglich, auch Pflüger[84] verneint denselben. Dass die menstruale Congestion ein rasches Anwachsen des corpus luteum befördern und somit einen directen Einfluss auf den Eiaustritt haben müsse, liegt bei der eben erwähnten Bildungsweise der gelben Körper auf der Hand.

Der gelbe Körper erscheint aber in voller Ausbildung erst einige Wochen nach der Entleerung der Follikel, bei eintretender Schwangerschaft erst im 2—3. Monate. Er bildet dann eine die frühere Stelle des Follikels einnehmende, ihn an Grösse noch übertreffende Masse, welche in eine centrale, meist roth, später hellgrau gefärbte Partie und in eine intensiv gelbe, gefaltete Randschicht, die nach aussen von der früheren tunica fibrosa des Follikels umhüllt ist, zerfällt. Die Mitte führt beim frischen corpus luteum ein gefässreiches, dem Schleimgewebe ähnliches Bindegewebe, in welchem gewöhnlich zahlreiche, mit körnigem rothem Farbstoff gefüllte grosse Zellen und Hämatoidinkrystalle, vgl. Zwicky[129] und Virchow[120], liegen. Die Randzone besteht aus zweierlei zelligen Elementen; zu innerst finden sich grosse, rundlich eckige, blasse, feingekörnte Zellen, welche, wie man namentlich bei Kaninchen leicht erkennen kann, vom Epithel des Follikels abstammen; zwischen diese ragen überall, von der Peripherie sowohl wie vom Centrum her, gefässführende, sehr zellenreiche Fortsätze hinein, welche die Faltung der gelben Zone bedingen. So reichlich anfangs der epitheliale Antheil des corpus luteum entwickelt ist, scheint er doch später vollkommen zu schwinden; es bleibt dann von dem voluminösen Gebilde nur noch ein kleiner, wie eine weisse Narbe erscheinender Rest, corpus albicans, zurück. Die Ursache der Rückbildung der gelben Körper wird von His[52] auf eine Verödung der hier mit sehr dicken Wandungen versehenen Arterien bezogen. Bemerkenswerth ist die Thatsache, dass bei eingetretener Gravidität die gelben Körper, welche man dann als corpora lutea vera unterscheidet, um Vieles mächtiger sich entwickeln und bis zum Ende der Gravidität sich erhalten, während die corpora lutea spuria nach wenigen Wochen sich zurückbilden. Es spricht dies für eine fernere Bedeutung der corpora lutea, die Substanzverluste zu decken, welche durch die Entleerung der Graaf'schen Follikel entstanden sind, wie Pflüger[84] angedeutet hat.

Eingehende Untersuchungen der corpora lutea verdanken wir His[52]. Ich kann jedoch seiner Ansicht, wonach das Follikelepithel an der Bildung der gelben Körper sich nicht betheilige, die ausserdem von Kölliker[59] u. A. angenommen wird, mich nicht anschliessen, sondern muss mich auf Seite von Schron[102], Pflüger[84] und Luschka[72] stellen, welche beiderlei Elemente der Follikelwand zu ihrer Bildung beitragen lassen. — Weitere historische Daten über die corpora lutea finden sich in der Dissertation von Zwicky[129].

Nicht alle Graaf'schen Follikel, deren Zahl Henle in einem jungen Ovarium auf 36,000, Sappey hingegen, s. bei Frey[40], pg. 534, auf 400,000, schätzt,

gelangen zur Reife, und bei weitem nicht alle liefern ein reifes Ei; vielmehr gehen die meisten auf den verschiedensten Entwickelungsstufen zu Grunde; schon die kleinsten Follikelformen trifft man, wie ich Pflüger[84] bestätigen kann, in Verödung begriffen. Man findet in den grösseren verödeten Follikeln meist den Ueberrest des Eies als sehr dicke, glänzende, zusammengedrückte zona pellucida mit wenig körnigem Inhalt; die Follikelwand verändert sich in ähnlicher Weise, wie bei der Bildung des corpus luteum, nur ist die Zellen-Neubildung sehr viel geringer. Corpora lutea in schöner Ausbildung trifft man nur bei den Säugethieren; geringer entwickelt fehlen sie jedoch bei keinem Wirbelthier; verödete Follikel sind bei allen Wirbelthierklassen in grosser Zahl zu finden.

Wie neuere Untersuchungen bei Hunden mir gezeigt haben, fehlt das Ovarialepithel auf der Oberfläche frischer corpora lutea; dagegen senkt es sich an der Rissstelle des früheren Follikels sehr tief zwischen das Ovarialstroma und die Peripherie des gelben Körpers hinab. Weitere Beobachtungen müssen lehren, ob vielleicht von diesen Einsenkungen aus eine Neubildung von Follikeln und Eiern stattfindet.

Nebeneierstock. Der Wolff'sche Körper besteht, wie bereits J. Müller[79] nachgewiesen hat, und neuerdings wieder Banks[7] und Dursy[35] ausgesprochen haben, aus zwei differenten Abtheilungen; die eine führt breite Kanäle mit flachem, körnigem Epithel und steht mit Glomerulis in Verbindung; es ist das der Urnierentheil des Wolff'schen Körpers. Die Kanälchen des zweiten Abschnittes, welche beim Menschen den oberen Umfang des Wolff'schen Körpers einnehmen, sind enger und haben ein höheres Epithel, das später zum Theil Flimmerhaare trägt; sie entwickeln sich beim Manne zu den Kanälchen des Nebenhodenkopfes. Auch beim Weibe dringen sie bis zum Hilus der Keimdrüse vor und bei vielen Thierspecies weit in das Stroma derselben hinein, so z. B. beim Hunde, vgl. Fig. 191, bei der Katze und dem Rinde. Sie enden hier nach beiden Seiten blind geschlossen, indem nach der Obliteration des Wolff'schen Ganges, von welchem sie früher ausgingen, wie sie bei den meisten betreffenden Thierarten eintritt, ihr Lumen auch von dieser Seite verlegt wird. Die Reste dieser Kanäle, also die Reste des Sexualtheils des Wolff'schen Körpers, welche man bald ausserhalb des Eierstockes als sogenanntes Rosenmüller'sches Organ, bald innerhalb des Ovariums, wie beim Hunde, findet, bilden zusammen den Nebeneierstock, des Homologon der Epididymis des Mannes. Beim menschlichen Weibe besteht derselbe später aus etwa 12—15 in das Ligamentum latum eingebetteter Röhren, die eine bindegewebige kernhaltige Wandung zeigen, und von einem einschichtigen Flimmerepithel ausgekleidet sind. Die beim Hunde tief im Ovarialkörper steckenden Kanäle flimmern nicht, sondern haben eine Pflasterepithelbekleidung; sie sind wol schon als Homologa der Samenkanälchen anzusehen.

Auch die Reste des Urnierentheils des Wolff'schen Körpers finden sich bei beiden Geschlechtern erhalten. Beim Manne stellen sie das Giraldès'-sche Organ, Parepididymis Henle[50], Paradidymis *m.*[123] vor, während man sie bei weiblichen Embryonen, streng vom Rosenmüller'schen Organ geschieden, medianwärts von diesem, zwischen Ovarium und Tube im Ligamentum latum findet. Sie schwinden später bis auf ganz unbedeutende Reste und mögen wol Veranlassung zu manchen der kleinen Cystenbildungen werden, an denen das breite Mutterband so reich ist.

Die ältere Geschichte und Literatur des Ovariums und Ovulums findet man in ziemlicher Vollständigkeit bei A. v. Haller, Elementa physiologiae, Bernae. 4. T. VII, VIII, und bei Valentin, Handbuch der Entwickelungsgeschichte, Berlin 1835; auch sind die Artikel von Farre, »Uterus and its appendages,« Todd's Cyclopaed. Vol. V, so wie von Leuckart: »Zeugung« im Handwörterbuch der Physiologie von R. Wagner hier zu vergleichen. Von neueren Daten möge hervorgehoben werden, dass 1827 v. Baer[2] das Säugethierei entdeckte. Das Keimbläschen war schon 1825 von Purkyně[88] beim Vogelei aufgefunden worden; Coste[31] entdeckte 1834 das Keimbläschen des Säugethiereies; fast gleichzeitig wurde es auch von Valentin und Bernhardt[13] in Breslau und von Wharton Jones in London gesehen, vgl. des Letzteren Mittheilung an die Royal Society in London, Juno 1835 (London and Edinburgh philosoph. Magaz. III Series, vol. VII). 1835 brachte R. Wagner[121 122] mit dem Nachweise des Keimflecks einen vorläufigen Abschluss in die Morphologie des Eies; s. a. J. Müller's Archiv 1835 pg. 373 und Denkschriften der bayrischen Akademie der Wissensch. zu München 1837. II. 531. Wagner versuchte auch in seinem Prodromus[121] eine vergleichende Zusammenstellung der Eier aller bekannten Thierklassen. Die Mikropyle hat schon R. Wagner in seinen Icones zootomicae vom Holothurienei abgebildet; Doyère scheint sie bereits 1850 bei Syngnathus gesehen zu haben, vgl. Reichert's Jahresbericht pro 1851, Müller's Arch. 1855. J. Müller[80] beschrieb sie zuerst genauer am Holothurienei und verglich sie mit der Mikropyle bei den Pflanzen; Keber[55] schlug dann ausdrücklich die Bezeichnung »Mikropyle« für diese Oeffnung vor. Valentin[116] verdanken wir ferner 1838 den ersten Nachweis von röhrenförmig verzweigten drüsigen Gebilden im Ovarium, die bald darauf von Billroth[15] bestätigt wurden, aber wenig Beachtung fanden, bis sie Pflüger[84] aufs Neue feststellte und in einer ausgezeichneten Monographie den Ansichten über den Bau des Eierstocks eine andere Wendung gab. Es ist bereits im Texte, so weit der Raum es gestattete, auf die Pflüger'schen Ansichten über die Entstehung der Graaf'schen Follikel aus Schläuchen, über die Entwickelung der Eier, den Bau der letzteren, so wie ihre stete Neubildung auch beim Erwachsenen und die Besonderheiten des Ovarialepithels berichtet worden. Man hatte früher stets die Follikel und Eier als Abkömmlinge der gewöhnlichen Stromazellen des Ovariums aufgefasst; seit Pflüger lernte man beide als selbstständige epitheliale Bildungen kennen, die in das Stroma nur eingebettet waren. Freilich blieb der Nachweis der ersten Entwickelung derselben noch ein Desiderat.

Das Pflüger'sche Werk rief eine grosse Anzahl von Arbeiten über den Eierstock hervor. Die Schlauchbildungen wurden bald auch beim Menschen aufgefunden, zuerst von Spiegelberg[107], dann von Letzerich[65] und Langhans[64]; beim Hühnchen von Stricker[114], und von vielen Anderen, jüngst noch von Pflhal[87], bei Säugethieren. Gewissermaassen im Gegensatze zu Pflüger, der alles Gewicht auf die Bildung von Schläuchen legte, stehen die Arbeiten von Borsenkow[22], Bischoff[19], Henle[50], Grohe[49] und neuerdings von His[52], welcher vorzugsweise embryonale Eierstöcke

untersuchte und zuerst mit Nachdruck den cavernösen Bau der letzteren mit rundlichen epithelialen, eihaltigen Zellenhaufen hervorhob; ebenso Kölliker[59]. Auch muss hier die Arbeit von Bornhaupt[21] erwähnt werden, der zuerst beim Hühnchen die Entwickelung der Pflüger'schen Schläuche vom Eierstocksepithel aus beschrieben hat. Ueber die im Text gegebene Darstellung des Ovarialepithels sowie der Bildung der Follikel und Eier aus demselben, Resultate, zu denen im Wesentlichen auch Koster[60] bei einer gleichzeitigen Untersuchung gelangte, wolle man die unter No. 123 des Literaturverzeichnisses citirte Schrift vergleichen.

Zur besseren Uebersicht habe ich im Nachstehenden die Maasse der wichtigsten beim Eierstock besprochenen Gebilde in einer kleinen Tabelle nach den Angaben von Henle, Kölliker, Frey, v. la Valette und eigenen Messungen zusammengestellt. Ich habe vorzugsweise den menschlichen Eierstock berücksichtigt; die Zahlen bedeuten Mikromillimeter.

Epithel der Eierstocksoberfläche,	neugeborener Mensch,	Länge	15—18.
» » »	» »	Breite	5—6.
» » »	erwachsener »	Länge	12—15.
» » »	» »	Breite	5—6.
» » »	altes Rind	Länge	9—12.
» » »	Kalb	»	12—15.
» » »	Schwein	»	15—20.

	Durchschnittsgrösse.
Primordialfollikel, 7monatl. menschl. Embryo	30—100.
Kleinste Follikel, erwachsener Mensch	30—40.
Reife Follikel, » »	10000—12000. (10—12 mm.)
Kleinste Follikel des Huhnes	24—36.
Follikelepithel, erwachsener Mensch	15—22.
» Huhn in 3—6 mm. grossen Follikeln	24—30.
» » in reifen Follikeln	6—8.
Primordialei, 3monatl. menschl. Embryo	11—14.
» 7monatl. » »	15—25.
Kleinste Eier, erwachsener Mensch	26.
Reifes Ei des Menschen	200.
» » » Hundes	180.
» » » Meerschweinchens	120.
zona pellucida beim Menschen, reifes Ei	10.
Keimbläschen, 3monatl. menschl. Embryo	9—11.
» 7monatl. » »	10—14.
» reifes menschl. Ei	45.
Keimfleck, 3monatl. menschl. Embryo	2.
» reifes mensch. Ei	7.
» von fast reifen Schafembryonen	5—8
» von 17tägigen Kätzchen	3—5.

Neuere Literatur.

1) Aeby, Ch., Ueber glatte Muskelfasern im Ovarium und Mesovarium von Wirbelthieren. Reichert's und Du bois-Reymond's Archiv f. Anat. u. Physiol. 1859. p. 675.
2) v. Baer, de ovi mammalium et hominis genesi epistola. Lipsiae, 1827. 4.
3) ——, Heusinger's Zeitschr. für organische Physik, 1827.
4) ——, Breschet's Repertoire d'anat. et de la physiologie. Paris, 1829.
5) ——, Ueber Entwickelungsgeschichte der Thiere etc. Königsberg i/Pr. I. Theil, 1828—1834. II. Theil, 1837.
6) van Bambeke, Recherches sur le développement du Pélobate brun. Mém. de l'Acad. belge. T. XXXIV. 1868.
7) Banks, Will. Mitchell, On the Wolffian bodies of the foetus and their remains in the adult; including the development of the generative system. Edinburgh, 1864. 8. (Prize Thesis).
8) Balbiani Note relative à l'existence d'une génération sexuelle chez les infusoires. Journ. de l'anat. et de la Physiologie par M. Brown-Séquard, T. I. 1858.
9) ——, Compt. rendus. 1864, 1865.
10) Barry, M., Researches in Embryology. London Phil. Transact. 1838—40.
11) Baudelot, Recherches sur l'appareil générateur des Mollusques gastéropodes. Ann. Sc. nat. IV. Sér. Zool. T. XIX. 1863 p. 135 et 268.
12) Becker, in Moleschott's Unters. zur Naturlehre. II. Bd. 1857.
13) Bernhardt, Symbolae ad ovi avium historiam ante praegnationem. Vratislav., 1834. Dissert. inaug. 4.
14) Bessels, E., Studien über die Entwickelung der Sexualdrüsen bei den Lepidopteren. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. 17. 1867. p. 545.
15) Billroth, Th., Ueber fötales Drüsengewebe in Schilddrüsengeschwülsten. J. Müller's Archiv für Anat. und Physiol. 1856, p. 144.
16) Bischoff, Th. W., Artikel »Entwickelungsgeschichte« in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie.
17) ——, Entwickelungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen. 1842.
18) ——, Entwickelungsgeschichte des Kanincheneies. Braunschweig, 1842.
19) ——, Ueber die Bildung des Säugethiereies und seine Stellung in der Zellenlehre. Sitzgsber. d. k. bayr. Akad. d. Wissensch. 1863. Bd. I. p. 242.
20) ——, Ueber die Ranzzeit des Fuchses und die erste Entwickelung seines Eies. Ibid. Bd. II, 1863. p. 44.
21) Bornhaupt, Th., Untersuchungen über die Entwickelung des Urogenitalsystems beim Hühnchen. Riga, 1867. 4. (Dorpater Inauguraldiss.)
22) Borsenkow, Würzburger naturwissensch. Zeitschr. Bd. IV. 1863. p. 56.
23) Buchholz, R., Beiträge zur Anatomie der Gattung Enchytraeus. Schriften der Königsberger physik. öcon. Gesellsch. III. Jahrg. 1862.
24) ——, Ueber die Mikropyle von Osmerus eperlanus Reichert's und Du Bois-Reymond's Arch. f. Anat. u. Physiol. 1863.
25) Bruch, Ueber die Mikropyle der Fische. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. VII.
26) Carus, C. G., Auffindung des ersten Ei- oder Dotterbläschens in sehr frühen Lebensperioden des weibl. Körpers. J. Müller's Arch. f. Anat. u. Physiol. 1837. p. 442.
27) Claparède, De la formation et de la fécondation des oeufs chez les vers Nématodes. Genève, 1859.
28) ——, Ueber Eibildung und Befruchtung bei den Nematoden. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 9. 1858. p. 106.
29) ——, Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Neritina fluviatilis. J. Müller's Arch. für Anat. und Physiol. 1857. p. 109.
30) Claus, C., Beobachtungen über die Bildung des Insecteneies. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. f. wisssensch. Zool. Bd. 14. p. 42.

31) Coste, Recherches sur la génération des Mammifères. Paris, 1834. 4.
32) ——, Embryogénie comparée (Edition belge). Bruxelles, 1838. 4.
33) ——, Histoire générale et particulière du développement des corps organisés. Paris, 1847—1859.
34) Cramer, Beitrag zur Kenntniss der Bedeutung und Entwickelung des Vogeleies. Verhdl. der phys. med. Gesellsch. in Würzburg. Neue Folge. I. Bd. 3. Heft. 1868.
35) Dursy, E., Ueber den Bau der Urnieren des Menschen und der Säugethiere (vorläuf. Mittheil.). Henle's und v. Pfeufer's Zeitschr. für rationelle Medicin. 23. Bd. 1865. p. 257.
36) Eberth, Die Generationsorgane von Trichocephalus dispar. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. X. p. 383.
37) Ecker, Icones physiologicae (Tabula XXII).
38) Filippo de Filippi, Zur näheren Kenntniss der Dotterkörperchen der Fische. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschrift f. wiss. Zool. Bd. X. p. 15.
39) ——, Allgem. Bemerkungen zur Entwickelungsgeschichte der Thiere. Moleschott's Unters. zur Naturlehre. Bd. 9. 1865. p. 121.
40) Frey, Lehrbuch der Histologie. III. Aufl. 1870.
41) Ganin, Beiträge zur Kenntniss der Entwickelungsgeschichte bei den Insecten. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. f. wiss. Zool. 19 Bd. pg. 381. 1869.
42) Gegenbaur, Bemerkungen über die Geschlechtsorgane von Actäon. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. f. wiss. Zool. 1854. Bd. 5. p. 436.
43) ——, J. Müller's Arch. für Anat. und Physiol. 1861. p. 491. (Eier der Wirbelthiere mit partieller Dotterfurchung.)
44) ——, Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturw. I. 1864.
45) ——, Grundzüge der vergleichenden Anatomie. Leipzig, 1870. 8. 2. Aufl.
46) Giraldès, Recherches anatomiques sur le corps innominé. Brown-Séquard, Journal d'anat. et de la physiol. T. IV. 1861. p. 1.
47) Götte, Untersuchungen über die Entwickelung des Bombinator igneus. Max Schultze's Arch. für mikrosk. Anat. Bd. V. 1869.
47a) ——, Centralbl. f. die med. Wissensch. 1869. No. 26 u. No. 55.
48) Greef, Ueber einige in der Erde lebende Amöben und Rhizopoden. ibid. Bd. II. p. 299.
49) Grohe, Virchow's Arch. für pathol. Anatomie. 1863. 26. Bd.
50) Henle, Handbuch der systematischen Anatomie. Bd. II. Eingeweidelehre. Braunschweig, 1866.
51) Hering, E., Zur Anatomie und Physiologie der Generationsorgane des Regenwurms. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 8. 1857. p. 400.
52) His, W., Beobachtungen über den Bau des Säugethiereierstocks. Max Schultze's Arch. für mikroskop. Anat. Bd. I. 1865.
53) ——, Untersuchungen über die erste Anlage des Wirbelthierleibes I. Die Entwickelung des Hühnchens im Ei. Leipzig, 1868. 4.
54) Hoyer, Ueber die Eifollikel der Vögel, namentlich der Tauben und Hühner. J. Müller's Arch. f. Anat. und Physiol. 1857. p. 52.
55) Keber, Ueber den Eintritt der Samenzellen in das Ei etc. Königsberg, 1853. 4.
56) Klebs, Die Eierstockseier der Wirbelthiere. Virchow's Arch. f. patholog. Anat. 21. Bd. (vorl. Mitth.) Ibid. 28. Bd. (ausführl. Mittheilung.)
57) Kobelt, Der Nebeneierstock des Weibes. Heidelberg, 1847.
58) Kölliker, Entwickelungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere. Leipzig, 1861. 8.
59) ——, Gewebelehre des Menschen. 5. Aufl. Leipzig, 1867.
60) Koster, W., Onderzoek omtrent de vorming van Eieren in het ovarium der zoogdieren, na de geboorte, en de verhouding van het ovarium tot het buikvlies. Verslagen en Mededeelingen der Koninklijke Akad. van Wetenschapen, Afdeeling »Natuurkunde«, 2 Reeks. Deel III. 1868. — Recherches sur l'épithélium de l'ovaire des mammifères après la naissance, etc. Archives Néerlandaises, T. IV. 1869.

61) Krause, C., Vermischte Beobachtungen und Bemerkungen. J. Müller's Arch. für Anat. und Physiol. 1837. (Ei der Säugethiere).
62) Landois, L., Anatomie des Hundeflohes. Nova acta Acad. Caesar. Leop.-Carol. germ. natur. Curiosor. T. XXXIII. Dresdae, 1867. p. 1.
63) ——, Untersuchungen über die auf dem Menschen schmarotzenden Pediculinen. III. Pediculus vestimenti. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 15. p. 33.
64) Langhans, Virchow's Arch. für pathol. Anat. 38. Bd.
65) Letzerich, Pflüger's Untersuchungen aus dem physiol. Laboratorium zu Bonn. 1865. p. 178.
66) Leuckart, Ueber die Mikropyle und den feineren Bau der Schalenhaut bei den Insecteneiern. J. Müller's Archiv f. Anat. und Physiologie. 1855.
67) ——, Die menschlichen Parasiten. I. und II. Bd. (1. und 2. Liefer.) Leipzig 1862—1868.
68) Leydig, Eierstock und Samentasche der Insecten. Nova acta Acad. Caes. Leopold. T. XXXIII. Dresdae, 1867.
69) Lieberkühn, Neue Beiträge zur Anatomie der Spongien. Reichert's und Du Bois-Reymond's Arch. für Anat. und Physiolog. 1859.
70) Lubbock, On the ova and pseudova of Insects. London Phil. Transact. 1859. Part. I.
71) v. Luschka, Prager Vierteljahrsschrift für Heilkunde. 1858. 4. Band. (Flüssigkeit des Graaf'schen Follikels.)
72) ——, Die Anatomie des Menschen. Bd. II. Abth. 2. »Das Becken.« 1864.
73) Meckel v. Hemsbach, Die Bildung der für partielle Furchung bestimmten Eier der Vögel verglichen mit den Graaf'schen Follikeln und der Decidua des Menschen. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. III. 1852.
74) Mecznikow, Die Entwickelung der viviparen Aphiden. Ibid Bd. 16. p. 437.
75) Meissner, Beiträge zur Anatomie und Physiologie von Mermis albicans. Ibid. Bd. V. 1854. p. 205. Ferner, Beiträge zur Anat. und Physiologie der Gordiaceen. Ibid. 1856. Bd. 7. p. 1.
76) Meyer, H., J. Müller's Arch. f. Anat. und Physiol. 1842. p. 17.
77) ——, Entwickelung des Fettkörpers und der Generationsorgane bei den Lepidopteren etc. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 1.
78) J. Müller, Ueber zahlreiche Porencanäle in der Eikapsel der Fische. J. Müller's Arch. 1854. p. 186.
79) ——, Bildungsgeschichte der Genitalien. Dusseldorf, 1830. 4.
80) ——, Ueber den Kanal in den Eiern der Holothurien. J. Müller's Arch. f. Anat. und Physiologie. 1854.
81) Munk, H., Ueber Ei- und Samenbildung und Befruchtung bei den Nematoden. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 9. 1858. p. 365.
82) v. Nathusius (Konigsborn), Ueber die Hüllen, welche den Dotter des Vogeleies umgeben. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. für wissensch. Zoologie. Bd. 18. p. 225 und Bd. 19.
83) Perier, Ca., Anatomie et physiologie de l'ovaire. Thèse. Paris, 1866. 8.
84) Pflüger, E., Die Eierstöcke der Säugethiere und des Menschen. Leipzig, 1863. 4.
85) ——, Untersuchungen aus dem physiol. Laborat. zu Bonn. 1865. (Ueber ein merkwürdiges Ei des Kalbes. p. 173.)
86) ——, Ueber die Bewegungen der Ovarien. Reichert's und Du Bois-Reymond's Archiv. 1859. p. 30.
87) Plihal, Die Drüsenschläuche und die Abschnürung der Graaf'schen Follikel im Eierstock. Max Schultze's Arch. f. mikrosk. Anat. 5 Bd. 1869. p. 445.
88) Purkyně, Symbolae ad ovi avium historiam etc. Vratislaviae, 1825. 4.
89) ——, Artikel »Ei« im encyclopädischen Wörterbuch der medicin. Wissensch. Berlin, 1834. Bd. X.
90) Quincke, v. Siebold's und Kölliker's Zeitsch. für wissensch. Zool. Bd. XII. p. 483.
91) Ransom, On the ovum of Osseous Fishes. London Phil. Trans. P. II. 1867.
92) Ratzel, Fr., Beiträge zur Anatom. u. systemat. Kenntniss der Oligochäten. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 18. p. 563.

93) Reichert, Ueber die Mikropyle der Fischeier etc. J. Müller's Archiv für Anat. und Physiol. 1856. p. 83.
94) ——, Entwickelungsleben im Wirbelthierreich. Berlin, 1840.
95) ——, Entwickelung des Meerschweinchens. Abhandl. der Berl. Academie, 1862.
96) Remak, Ueber Eihüllen und Spermatozoen J. Müller's Arch. für Anat. und Physiol. 1854. p. 252.
97) ——, Untersuchungen über die Entwickelung der Wirbelthiere. Berlin, 1855. Fol.
98) Rosenmüller, Quaedam de ovariis embryonum et foetuum humanorum. Lipsiae, 1802.
99) Rouget, Organes érectiles de la femme etc. Brown-Sequard Journ. de la physiol. T. 1. 1858.
100) Samter, Jul., Nonnulla de evolutione ovi avium donec in oviductum ingrediatur. Dissert. inaug. Halis S., 1853.
101) Schenk, Beitrag zur Lehre von den Organ-Anlagen im motorischen Keimblatt. Wiener acad. Sitzungsber Math.-naturw. Classe. 2 Abth. Bd. 57. (1. u. 2. Heft, Januar, Febr.) Wien, 1868. p. 189.
102) Schrön, Beitrag zur Kenntniss der Anatomie und Physiologie des Eierstocks der Säugethiere. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. f. wissensch Zoologie. Bd. 12. 1863. p. 409.
103) ——, Ueber das Korn im Keimfleck etc. Moleschott's Untersuch. zur Naturl. Bd. 9. p. 209.
104) Schwann, Mikroskopische Untersuchungen etc. Berlin, 1839, 8.
105) Selenka, Beiträge zur Anatomie und Systematik der Holothurien. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd 17. p. 291.
106) Semper, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Pulmonaten. Ibid. Bd. 8. 1857. p. 340.
107) Spiegelberg, Virchow's Arch. für pathol. Anat. Bd. 30. p. 467.
108) ——, Die Entwickelung der Eierstocksfollikel und der Eier der Säugethiere. Nachrichten von der G. A. Univers. u. der königl. Gesellsch. der Wissensch. zu Göttingen. No. 20 vom 9. Juli 1860.
109) ——, Ueber die Bildung und Bedeutung des gelben Körpers im Eierstock. Monatsschrift für Geburtskunde. 1865. 26. Bd. p. 7.
110) Stein, Der Organismus der Infusionsthiere. Leipzig, 1859. I. Bd. 1867. II. Bd. 4.
111) Steinlin, Ueber die Entwickelung der Graaf'schen Follikel und Eier der Säugethiere. Mitth. der Züricher naturf. Gesellsch. 1847 (vgl. auch Reichert's Jahresber. in J. Müller's Arch. 1848. p. 24.).
112) Strethill Wright, On the reproductive elements of the Rhizopoda. Ann. Mag. nat hist. (3) VII. 1861.
113) ——, Observations on British Protozoa and Zoophytes. Ibid. Vgl. Keferstein's Jahresbericht für 1861.
114) Stricker, S., Beiträge zur Kenntniss des Hühnereies. Wiener academische Sitzungsber. math.-naturw. Classe. 2. Abth. 1866. 54. Bd. 4. Heft (Juni). p. 116.
115) Thomson (Allen), Article »Ovum« in Todd's Cyclopaedia. Vol. V (Supplementary Volum.) 1859.
116) Valentin, Ueber die Entwickelung der Follikel in dem Eierstock der Säugethiere. J. Müller's Arch. für Anat. u. Physiol. 1838. p. 526.
117) v. la Valette St. George, Ueber den Keimfleck und die Bedeutung der Eitheile. Max Schultze's Arch für mikrosk. Anat. Bd. II. 1866.
118) ——, Studien über die Entwickelung der Amphipoden. Abhandlungen der naturforsch. Gesellsch. in Halle a. S. Bd. V. 1860.
119) Virchow, Ueber die Dotterplättchen bei den Fischen und Amphibien. Zeitschr. f. wiss. Zool. von v. Siebold und Kölliker. Bd. 1.
120) ——, Die pathologischen Pigmente. Virchow's Arch. f. patholog. Anat. Bd. I.
121) Wagner, Prodromus histor generationis. Lipsiae, 1836. Fol.
122) ——, Artikel »Ei« in Ersch und Gruber's Encyclopädie. Sect. I. 32. Thl. p. 1.
123) Waldeyer, Eierstock und Ei. Leipzig, 1870. 8.

124) Walter, G., Fernere Beiträge zur Anatomie und Physiologie von Oxyuris ornata. v. Siebold's und Kölliker's Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. 9. p. 484.
125) Weismann, Die nachembryonale Entwickelung der Musciden. v. Siebold's und Kölliker's. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 14. p. 187.
126) v. Winiwarter, Zur Anatomie des Ovariums der Säugethiere. Wiener akademische Sitzungsber. Math.-naturw. Klasse. 2. Abth. 57. Bd.
127) v. Wittich, Observationes de aranearum ex ovo evolutione. Halis S. 1845. Dissert inaug.
128) ——, Die Entstehung des Arachniden-Eies im Eierstocke etc. J. Müller's Archiv für Anat. und Physiologie 1849. p. 113.
129) Zwicky, de corporum luteorum origine atque transformatione. Turici, 1844. Dissert. inaug.

Capitel XXVI.

Haut, Haare und Nägel.

Von

Alfred Biesiadecki,
Professor in Krakau.

A. Haut.

Die Haut — integumentum commune — bildet einen Ueberzug über die ganze Körperoberfläche, gleichsam ein Kleid des Körpers. Sie dient zum Schutze vor äusseren Schädlichkeiten, hat aber noch viele andere nicht minder wichtige Aufgaben zu erfüllen. Je nach diesen Aufgaben ist sie mit verschiedenen drüsigen, hornartigen und nervösen Apparaten ausgestattet, die nicht gleichmässig über die ganze Haut vertheilt sind, sondern einzelnen Hautregionen vorwiegend zukommen. — Es müssen also wesentliche, d. i. der ganzen Haut zukommende Bestandtheile, von solchen unterschieden werden, die vorzüglich einzelnen Regionen eigenthümlich sind.

Zu den ersteren gehört die eigentliche Haut, Corium, mit dem epidermidalen Ueberzuge und das Unterhautzellgewebe, tela subcutanea; zu den letzteren die verschiedenen Horngebilde, Haare, Nägel, die Drüsen, die nervösen Endapparate, welche alle ihre besondere Berücksichtigung finden werden.

Das Integumentum commune besteht aus Cutis und subcutanem Bindegewebe; die Cutis, Lederhaut, wieder aus dem Corium und der Epidermis. Der wesentlichste Bestandtheil ist die Lederhaut, Corium, eine derbe, wenig elastische, weisse, undurchsichtige, bindegewebige Membran. Ihre innere Fläche geht ohne scharfe Grenze in das subcutane Bindegewebe über, welches ebenfalls eine bindegewebige Membran darstellt, sich jedoch von der Lederhaut dadurch unterscheidet, dass es aus einem lockeren, saftigen Bindegewebe besteht und in den meisten Stellen mit Fett gefüllt ist.

Die äussere Fläche der Lederhaut grenzt an die unterste Schichte der Epidermis, welche sich als eine in den tieferen Lagen durchscheinende, graue,

höher oben spröde, weichliche Schichte darstellt. Durch Fäulniss, Maceration oder durch krankhafte Vorgänge kann sich die Epidermis vom Corium lostrennen.

Die Lederhaut ist vermittelst des Unterhautgewebes an die tieferen Gebilde, wie Fascien, Beinhaut, befestigt. — Dieser Zusammenhang ist bald lockerer, bald straffer, je nach der Straffheit des Unterhautzellgewebes oder dem Fettreichthum desselben. Ueber Körpertheilen, welche eine grössere Beweglichkeit zeigen, ist die Haut blos locker befestigt, und dann ist auch das Unterhautgewebe fettlos, wie an den Augenlidern, Penis, oder sie ist in Falten gelegt, wie an der Streckseite der Gelenke.

Die Lederhaut ist im physiologischen Zustande nicht eben, sondern zeigt grössere und kleinere Erhabenheiten und ihnen entsprechende Vertiefungen; ferner kommen wirkliche Falten, Duplicaturen vor, welche aber durch Zug, sowie durch Spannung von der Tiefe her z. B. durch Exsudate im Unterhautgewebe, durch stärkeren Fettreichthum ausgeglichen werden können. Kleinere Erhabenheiten findet man an der Coriumoberfläche in Form von Leistchen, Riffen und Wärzchen.

Erstere sind namentlich deutlich ausgeprägt in der Hand- und Fusssohlenfläche, sowie an der Beugefläche der Finger und Zehen, wo solche Riffe in bogenförmigen Linien verlaufen.

Die kleinsten Erhabenheiten bilden die Wärzchen, Papillen, der Haut, welche der Coriumoberfläche ein filziges Aussehen verleihen. Ausserdem zeigt die Coriumoberfläche zahlreiche Furchen und Vertiefungen, die entweder zwischen den Falten und Riffen verlaufen, oder selbständig sich vorfinden, wie an der Beugeseite der Extremitäten. Am meisten ausgeprägt findet man sie in der Hohlhand und Fusssohle. Schliesslich sind noch zu berücksichtigen trichterförmige Vertiefungen, auch Poren der Haut genannt, als Ausführungsgänge der Schweiss- und Talgdrüsen und Haartaschen.

Unterhautzellgewebe.

Das subcutane Bindegewebe besteht aus verschieden dicken Bindegewebsbündeln, welche aus den oberflächlichen Fascien sich erhebend in schiefer Richtung gegen die untere Fläche der Cutis hinziehen. Diese Bündel kreuzen sich mit einander und bilden auf diese Weise gröbere Maschenräume, die wiederum durch feinere Bindegewebsbündel in kleinere, gleichsam secundäre Räume zerfallen. Die Bündel selbst sind meist cylindrisch, zeigen an den meisten Stellen Einschnürungen, ähnlich wie die der Arachnoidea, und bestehen aus einer Summe wellenförmig verlaufender Bindegewebsfasern, zwischen welchen sich individuell verschieden zahlreiche, spindelförmige Bindegewebszellen vorfinden. Das subcutane Bindegewebe ist an einigen Stellen wie Augenlider, Penis, Ohren, Hodensack fettlos und misst der Tiefe nach 1—1,5 Millim., an den übrigen Hautstellen schliesst es dagegen in seinen

Maschen je nach dem Individuum verschieden grosse Fettläppchen ein. Mit Fett versehen, bildet es die sogenannte Fetthaut, Panniculus adiposus. Die Fettläppchen bestehen aus einem Haufen bald ovaler, bald polyedrischer, durch gegenseitigen Druck abgeplatteter Fettzellen, zwischen welchen ein zierliches Netz von Blutcapillaren verläuft. An den Fettzellen unterscheidet man eine sehr zarte Hülle und den fettigen Inhalt derselben, welcher aus einem einzigen, im Leben flüssigen, sonst meist erstarrten Fetttropfen besteht, und welcher die Hülle straff gespannt erhält, so dass man dieselbe im frischen Zustande nur selten wahrnehmen kann. Dies gelingt jedoch leicht nach der Extraction des Fettes mit Aether oder mit absolutem Alkohol und Terpentin; man bekommt dann ein gefaltetes, zartes, glashelles Häutchen, in dessen Innerem in den meisten Fällen ein runder Kern sichtbar wird. Manchmal findet man noch Ueberreste von einer granulirten Substanz (Protoplasma), welche vorwiegend um den Kern angehäuft liegt. Das Fett erscheint in einzelnen Fällen in büschelförmig angeordneten Krystallen, namentlich häufig an Weingeistpräparaten.

Im fettlosen Unterhautzellgewebe werden die obenerwähnten secundären Räume von dünnen Bindegewebsbündeln durchzogen, ja in manchen Fällen selbst von einzelnen Bindegewebsfibrillen, welche an in Chromsäure gehärteten Präparaten meist dreieckige, mit einer serösen Flüssigkeit gefüllte Lücken zwischen sich fassen.

Der Abstand der einzelnen Bündel und Fibrillen von einander ist bei verschiedenen Individuen und unter verschiedenen Verhältnissen verschieden. Derselbe hängt von dem Saftreichthum des Individuums ab und kann in pathologischen Zuständen, wie z. B. beim Oedem der Haut, sehr bedeutend werden. Innerhalb der erwähnten Bindegewebsbündel, oder auch in den Räumen zwischen ihnen lagern spindelförmige Zellen. Man überzeugt sich hier namentlich bei ödematöser Haut, wo die Zellen und Fasern auf lange Strecken durch die ödematöse Flüssigkeit isolirt verlaufen, dass die Bindegewebszellen aus einer granulirten Protoplasmamasse bestehen und sehr lange Fortsätze, meist zwei entgegengesetzte, aber auch deren mehrere, aussenden, die eine Strecke weit noch aus granulirter Substanz bestehen, weiter entfernt jedoch das homogene, glatte Aussehen einer Bindegewebsfibrille bekommen; solche Fortsätze lassen sich noch auf eine weite Strecke in die Bindegewebsbündel verfolgen.

Aus diesem Befunde ist der Schluss erlaubt, dass in Uebereinstimmung mit den von Kusnetzoff für die embryonale Haut gemachten Erfahrungen in diesen Fällen Bindegewebszellen in Bindegewebsfibrillen übergehen.

Ausser den beschriebenen Bindegewebszellen mit langen Fortsätzen begegnet man auch spindelförmigen und runden Zellen von der Grösse und Beschaffenheit farbloser Blutkörperchen, aber auch grösseren, mit einer stark granulirten Protoplasmasubstanz, welche einen runden oder ellyptischen Kern wenn auch schwer erkennen lassen. Die runden, kleinen Zellen kommen vorwiegend in der Nähe der Blutgefässe vor. Andererseits findet man zahlreiche

Uebergänge zwischen den kleinen runden und den grossen, mit bindegewebigen Ausläufern versehenen Zellen, sowohl was die Grösse der Zellen selbst, als die Länge ihrer Ausläufer betrifft. Ueber die Entwicklung der Fettzellen liegen bisjetzt keine genauern Angaben vor.

Es ist übrigens ihre besondere Beziehung zu den Blutgefässen in dieser Richtung jedenfalls beachtenswerth. Es wird beinahe jede Fettzelle von einer capillaren Blutgefässschlinge umgeben und jedem, einem Maschenraum des Unterhautzellgewebes entsprechenden Fettläppchen kommt ein arterielles und venöses Gefässstämmchen zu, zwischen welchen ein zierliches Capillarnetz liegt.

Im Unterhautzellgewebe verlaufen grössere zum Corium strebende Blutgefässstämme, von welchen sich Aeste abzweigen zu den Fettläppchen, den Haarbälgen und Schweissdrüsenknäueln; ferner kommen Nervenstämme vor, welche an einzelnen Stellen mit PACINI'schen Körperchen versehen sind; endlich verlaufen hier Lymphgefässstämme unabhängig von den Blutgefässstämmen. Die grösseren, eine deutliche Quermuscularis zeigenden Lymphgefässstämme besitzen besondere, ihnen allein zukommende Blutgefässe, vasa vasorum lymphaticorum, indem in der Regel zwei feine Blutgefässe die Lymphgefässe begleiten, und mit ihren zahlreichen capillaren Anastomosen ein dichtes Netz um dieselben bilden. Dieses erklärt das Auftreten von scharf umschriebenen rothen Strängen in der Haut, welche uns den Verlauf der Lymphgefässe im Unterhautzellgewebe bei der Lymphangoitis subcutanea deutlich wahrnehmen lassen.

Corium.

Das Corium ist ebenfalls aus Bindegewebselementen zusammengesetzt, zwischen welchen sich ein elastisches Fasernetz, sowie ein aus anastomosirenden Bindegewebszellen gebildetes Netz durchwindet. Die das subcutane Bindegewebe durchsetzenden und aus einer Summe von Fibrillen bestehenden Bindegewebsbündel zerfallen, an die untere Fläche des Corium angelangt, in kleinere Bündel, welche, in etwas schiefer, aufsteigender Richtung zur Coriumoberfläche hinziehend, in immer feinere Züge zerfallen. In das Corium angelangt, kreuzen sich diese Fasern mit anderen, welche aufeinander und auf die ersteren senkrecht verlaufen. So entsteht ein dichtes Fasernetz, welches nur sehr schmale Spalten zwischen sich fasst, Spalten, welche an trokener (sowie gegerbter und in Alkohol gehärteter) Haut verschwindend klein, in der saftigen Haut junger Individuen grösser, am grössten aber in jenen pathologischen Zuständen sind, bei welchen es zu einer Exsudation in's Corium kommt. Man überzeugt sich namentlich in solchen Zuständen, dass die Fibrillen immer rhombische Räume begrenzen.

Gestört wird dieses regelmässige Bild an jenen Stellen, an welchen verschiedene Gebilde die Haut in senkrechter oder schiefer Richtung durchsetzen, wie Haare, Schweissdrüsen, Ausführungsgänge, Blutgefässe und Nerven, in-

dem diese von einer besonderen verschieden dicken Bindegewebsschichte begleitet werden.

Wie gesagt, zerfallen die ins Corium eintretenden gröberen Bindegewebsbündel in dünnere Bündel, schliesslich in einzelne Fibrillen. Im unteren Theile des Corium kreuzen sich noch einzelne Bündel mit einander und verleihen diesem Theile ein netzartiges Aussehen, wesshalb man ihn als pars reticularis corii bezeichnet, im Gegensatze zum oberen Theile, der pars papillaris, in welchem sich bloss einzelne Fibrillen durchweben. — Eine scharfe Grenze zwischen diesen Schichten fehlt jedoch, ebenso wie zwischen dem Corium und dem subcutanen Bindegewebe in jenen Fällen, in welchen letzteres fettlos ist.

Das Corium zeigt an seiner Oberfläche warzenförmige Erhabenheiten, Papillen, welche an verschiedenen Hautstellen verschiedene Höhe und Breite besitzen, bald zottenartige, fadenförmige Fortsätze der Cutis sind, wie an den Fingern, bald hügelartige Erhabenheiten der Oberfläche darstellen, wie an den meisten übrigen Körperstellen. Durch das Vorkommen dieser Papillen an der Haut erleidet auch die Faserrichtung einige Modificationen. Es verlaufen nämlich die zur Hautoberfläche parallel gelegenen Fasern in die Papillen hinein, indem sie in diese gleichsam in Form einer Schlinge hineingezogen sind. Der Verlauf dieser oberflächlichsten Fasern ist jedoch nicht ganz gestreckt, sondern leicht wellenförmig geschlängelt, wodurch die Oberfläche des Coriums sowie die der Papillen nicht ganz eben erscheint.

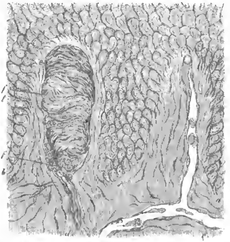


Fig. 199. Chromsäurepräparat. *a* Gefäss- *b* Nervenpapille. *c* Blutgefäss. *d* markhaltige, von einer dicken, kernhaltigen Scheide eingeschlossene Nervenfaser. *e* Tastkörperchen. *f* querdurchschnittene, markhaltige Nervenfasern.

Die senkrechten Fasern des Corium gelangen auch in die Papillen, wo sie meist im Centrum derselben die Blutgefässe begleiten und wahrscheinlich frei in den Papillen endigen.

Die Oberfläche des Corium ist allenthalben von einem dünnen Häutchen begrenzt, welches namentlich an Chlorgoldpräparaten deutlich hervortritt. Man findet an diesen, dass zwischen der roth oder blau gefärbten Schleimschichte und dem ähnlich gefärbten Corium ein dünner, glasheller, ungefärb-

ter Saum zurückbleibt, in welchem hie und da zur Coriumoberfläche parallel gelagerte ovale Kerne eingebettet sind. Die Grenze dieser Membran gegen das Corium hin ist nicht scharf ausgeprägt, desto schärfer die gegen die Schleimschichte, welche, abgesehen von seichten Grübchen, in vielen Fällen fein gezahnt ist. Von der Fläche aus gesehen zeigt sie feine Riffe oder selbst Stacheln, welche zwischen solche der Schleimzellen hineinragen. Sie lässt (nach CZERNY) nach der Behandlung mit Silberlösung, wie die Lymphgefässwände, einzelne Felder erkennen. Einen wesentlichen Bestandtheil des Corium bilden elastische Fasern, welche im unteren Theile desselben ein grobmaschiges, je näher zur Oberfläche ein desto dichteres Netz bilden, und sich nach dem Aufhellen des Bindegewebes mittelst Essigsäure durch scharfe Contouren und spiralförmigen Verlauf kennzeichnen.

Ausser den elastischen und Bindegewebsfasern findet man im Corium noch Zellen, welche entweder als spindelförmige Zellen in den Bindegewebsbündeln oder als zahlreich anastomosirende Zellen zwischen den Bündeln im untern Corium und zwischen den Fasern im oberen Theile desselben liegen. Spindelförmige Zellen lagern ferner zwischen den die Blutgefässe und Capillaren einscheidenden Bindegewebsfasern. Ausserdem findet man runde oder ovale, den farblosen Blutzellen an Grösse und Gestalt gleichende Zellen, meist in der nächsten Umgebung der Blutgefässe, aber auch weiter von diesen entfernt. Die Zahl und Grösse der Zellen ist bei verschiedenen Individuen wechselnd, sie scheint mit dem Saftreichthum der Haut im Zusammenhange zu stehen. Bei jugendlichen Individuen ist die Anzahl und die Grösse derselben nicht kleiner, als in der Cornea, deren Bilder nach Chlorgoldbehandlung zum Verwechseln ähnlich sind.

Die Hautpapillen werden eingetheilt in Gefäss- und Nervenpapillen. In letztere treten immer markhaltige Nervenfasern an die hier nach MEISSNER genannten Tastkörperchen heran, in ersteren findet man Gefässschlingen.

Die Grösse und die Anzahl der Hautpapillen ist an verschiedenen Hautstellen sehr verschieden. Am entwickeltsten findet man sie an der Volarfläche der Hand und Finger, wo sie abgerundete Kegel mit kreisförmiger Basis darstellen, und in doppelter Reihe in den obenerwähnten Riffen stehen. Sie erreichen hier die Länge von 0.1—0.2 Millim. und berühren beinahe einander mit ihren Basen oder stehen von einander etwas ab, während sie an andern Hautstellen kaum die Hälfte so hoch sind und nur hügelartige Erhabenheiten der Coriumoberfläche darstellen. Oft fliessen sie mit ihren Basen zusammen und stellen dann zusammengesetzte Papillen dar. Nicht minder wechselnd ist die Dicke der ganzen Lederhaut. Sie ist nicht allein verschieden dick an verschiedenen Hautstellen, sondern sie wechselt auch bei verschiedenen Individuen einer und derselben Race. Nach KRAUSE beträgt die Dicke der Lederhaut, welche wegen des allmähligen Uebergangs des Corium ins subcutane Gewebe nur approximativ bestimmt werden kann, an den Augenlidern und der Vorhaut 0.56 Millim., an der Eichel 0.27 Millim., im Gesicht, im Penis und im

Warzenhof 0.76 bis 1.12, an der Stirne 1.52, an den meisten übrigen Stellen 1.69 bis 2.25, am Rücken, Fusssohlen und Handfläche 2.25—28 Millim.

Blutgefässe der Lederhaut.

Die im subcutanen Bindegewebe schief zum Corium aufsteigenden Blutgefässstämme, welche im ersteren Aeste zu den Fettläppchen, den Schweissdrüsencanälen u. s. w. abgegeben haben, bilden im unteren Theile des Corium ein zahlreich anastomosirendes Gefässnetz, von welchem ebenfalls in schiefer Richtung zum oberen Theile des Corium hinziehende Aeste ausgehen. Im oberen Theile des Corium kommt an der Grenze zwischen pars reticularis und papillaris ein zweites Blutgefässnetz vor, welches im Verhältnisse zum erstерwähnten feinmaschiger ist, und zwar entsprechen die Maschen mehr oder weniger der Grösse der Basen der Papillen. Aus diesem Netze gelangen einfache, capillare Schlingen in die Papillen hinein, in welchen sie meist im Centrum verlaufend beinahe bis zur Spitze der Papille reichen. Nicht jede Papille ist aber mit einer Gefässschlinge versehen; in der Regel sind jene Papillen, in welche markhaltige Nervenfasern hineingelangen, gefässlos, obwohl zahlreiche Ausnahmen von dieser Regel vorkommen.

Lymphgefässe der Haut.

Man muss in der Haut Lymphgefässe und Lymphräume unterscheiden. Erstere sind für sich abgeschlossene, von besondern Wandungen begrenzte Röhren, letztere dagegen Räume, welche im Gewebe der Haut zwischen den Blut- und Lymphgefässen gelegen, mit Lymphflüssigkeit gefüllt sind.

Die im subcutanen Bindegewebe mit einer muscularis versehenen Lymphgefässstämme, welche vielfach mit einander anastomosiren, gelangen in schiefer Richtung an die untere Fläche des Corium. Hier bilden sie ähnlich den Blutgefässen ein doppeltes, übereinander gelegenes Lymphgefässnetz (Teichmann, Young.)

Im oberen Corium liegt dieses Lymphgefässnetz unterhalb des beschriebenen Blutgefässnetzes, welches, polygonale Maschenräume einschliessend, von feinen Gefässchen (nach Teichmann 0.018 bis 0.054 Millim.) gebildet wird. Das tiefere Netz liegt unterhalb des tieferen Blutgefässnetzes und besteht aus gröberen Gefässchen mit grösseren Maschenräumen als das obere. Die Anastomosen zwischen den beiden Netzen werden von spärlichen, verhältnissmässig dicken Gefässen hergestellt, welche in schiefer Richtung von einem Netz zum anderen verlaufen. Im physiologischen Zustande sollen die Papillen keine Lymphgefässe besitzen. In den hypertrophirten Papillen der Fusssohle dringen einzelne blind endigende Aeste bis zur Hälfte der Papille hinein (Teichmann.)

Die Wände der Lymphgefässe des oberen Corium bilden durch Silberlösung nachweisbare Felder, zu denen an den Lymphgefässen des unteren Corium sich noch ein feines Netz elastischer Fasern hinzugesellt.

Bei der Beschreibung des Corium und des subcutanen Bindegewebes ist von Lücken die Rede gewesen, welche sich zwischen den Fasern des Corium vorfinden und mit einer serösen Flüssigkeit in wechselnder Menge, je nach dem Saftreichthum des Individuums, gefüllt sind. In pathologischen Zuständen, bei den acuten, sowie chronischen Exsudationen, wie Oedemen, sind diese Lücken vorwiegend der Sitz des Exsudates.

Diese zwischen den Fasern des Corium gelegenen Räume besitzen keine besonderen Wandungen. Durch verhältnissmässig seichte Einschnitte in die Haut entleert sich die ödematöse Flüssigkeit aus einer grösseren Umgebung. Man bezeichnet diese Räume als Lymphräume, obwohl ein directer Zusammenhang derselben mit den Lymphgefässen sich nicht nachweisen lässt.

Bemerkenswerth ist das Verhältniss der Blutgefässe zu den Lymphgefässen. Obwohl der Verlauf und die Verzweigung der grösseren Lymphgefässe von dem der Blutgefässe unabhängig ist, so bekommt man namentlich an der ödematösen Haut häufig Bilder, welche für eine besondere Beziehung dieser zwei Gefässarten sprechen. Die Lymphgefässe werden nämlich auf weite Strecken von einem capillaren Blutgefässe begleitet, manchmal von zweien derselben, welche in das Lumen derselben öfters mehr als mit der Hälfte ihres Durchmessers hineinragen und unmittelbar der Wand des Lymphgefässes anliegen. Nach Langer begleiten in der Froschhaut meist zwei Lymphgefässe die grösseren Blutgefässe. In dem subcutanen Zellgewebe des Menschen ändert sich das Verhältniss an vielen Stellen, wie Penis, Extremitäten, derartig, dass die grösseren Lymphgefässe von zwei durch ihre Capillaren dieselben netzförmig umschlingenden Blutgefässen begleitet werden.

Es sind von mehreren Seiten (Stricker u. A.) perivasculäre Lymphgefässe beschrieben worden, deren Vorkommen von anderer Seite (Langer u. A.) verneint wurde. Von besonderen epithelialen Wandungen begrenzte Lymphgefässe umgeben in der menschlichen Haut wohl die Blutgefässe nicht. Wir haben aber schon erwähnt, dass die Blutgefässe, selbst die Blutcapillaren, von parallelen Bindegewebsfasern und spindelförmigen Bindegewebszellen eingeschlossen sind. Zwischen diesen und der Gefässwand findet man ebenso wie in dem übrigen Gewebe serumhaltige Räume, deren Weite auch wechselnd ist und die man mit vollem Rechte als perivasculäre Lymphräume bezeichnen muss.

Epidermis.

Senkrechte, auf die Hautoberfläche geführte Schnitte lehren, dass das Corium nach Aussen von einer aus Zellen gebildeten Schichte bedeckt ist, welche als Epidermis im weiteren Sinne bezeichnet wird, und welche nach Malpighi in zwei übereinander gelegene Schichten, in eine äussere, die eigentliche Epidermis, und in eine innere, die Schleimschichte, Stratum mucosum, Rete vel Mucus Malpighii zerfällt. Die letztere besteht aus Epithelial-Zellen, welche beinahe alle Vertiefungen der Coriumoberfläche ausfüllen und desshalb

an ihrer Innenfläche bald Vertiefungen, bald Erhabenheiten zeigt, entsprechend den Erhabenheiten oder Vertiefungen der Cutis-Oberfläche; die erstere dagegen aus Epidermisschüppchen, welche, in Lamellen geordnet, dem Querschnitte derselben ein lamellöses oder fibrilläres Aussehen verschaffen.

Schleimschichte.

Die erste Reihe der die Schleimschichte zusammensetzenden Zellen wird gebildet von kleinen 0.006 Millim. im Durchmesser haltenden Zellen, welche mit einem ovalen Kerne versehen, meist cylindrisch, mit ihrer Längsachse senkrecht auf die Coriumoberfläche gestellt sind. Sie bestehen aus einem schwach granulirten, glänzenden Protoplasma, welche einer Zellenhülle entbehrt und welche nur in geringer Menge den compacten Kern umgiebt. — Manchmal, wie z. B. bei neugebornen Kindern, verwischt sich die Grenze der einzelnen Zellen dieser Schichte so, dass dann die nächste Umgebung der Coriumoberfläche, aus einer Protoplasmamasse mit regelmässig in ihr eingestreuten Kernen gebildet wird (Henle). Die nach Aussen darauf folgende Zellenreihe wird von würfelförmigen Zellen gebildet. Diese sind grösser als die der ersten Zellenreihe, schärfer contourirt und mit einem ovalen, schwach granulirten Kern versehen, in welchem sich häufig zwei Kernkörperchen vorfinden. Die Oberfläche derselben zeigt aber in den meisten Fällen flache Zacken. Die in den nächsten drei Reihen vorhandenen Zellen werden immer grösser, sie nehmen eine vieleckige Gestalt an und schliessen einen runden Kern, hie und da deren zwei oder drei ein. Ihr Zellenleib ist gleichmässiger, es tritt um denselben eine deutliche Membran zum Vorschein, welche an den meisten Hautstellen Härchen, Stacheln aussendet, welche in die der nächstanliegenden Zellen eingreifen (Riff- oder Stachelzellen Max Schultze.) Je mehr man sich der Oberfläche der Schleimschichte nähert, desto mehr platten sich die Zellen ab, so dass sie mit ihren längeren Axen parallel zur Hautoberfläche zu liegen kommen. Der Zellenleib wird starrer, gleichmässiger, der Kern kleiner und oft von einem lichten Hofe umgeben. Derselbe fällt auch an in Chromsäure gehärteten Präparaten leicht aus dem Schnitte heraus, wodurch in der Zelle ein runder, leerer Raum zu Stande kommt; häufiger findet man aber in den Zellen dieser Reihe runde, den Zellenkernen an Grösse gleichende leere Räume, an deren einer Seite ein halbmondförmig gekrümmter, flacher Kern anliegt. Es sind kleine Vacuolen, innerhalb der Zellen, welche sich namentlich in den oberflächlichsten Zellen der Schleimschichte vorfinden und im frischen Zustande wahrscheinlich mit einer klaren Flüssigkeit gefüllt sind.

Ausser den hier beschriebenen Zellen, welche den epithelialen Charakter an sich tragen, findet man aber, in der, Lebenden entnommenen Schleimschichte noch hie und da andere Zellen. Diese erkennt man am leichtesten in der mittleren und oberen Zellenreihe der Schleimschichte, wo sie sich durch den Glanz ihres Protoplasmas, sowie durch ihre Kleinheit besonders kennzeichnen.

Sie sind meist in die Länge gezogen, wie zwischen zwei Epithelialzellen hineingepresst, oder sie senden zwischen die einzelnen Epithelialzellen feine Fortsätze aus. Ihr Protoplasma ist stark glänzend, färbt sich in Karmin intensiv roth und lässt den kleinen Kern nur mit Mühe erkennen. Letzteren kann man jedoch nach Karminimbibition in der Regel nachweisen. In den tiefsten Zellreihen der Schleimschichte sind solche Zellen viel schwerer zu erkennen, da sie mit diesen einige Aehnlichkeit besitzen. Die Zellen dieser Reihe bestehen nämlich ebenfalls aus einem glänzenden, in Karmin sich intensiv roth färbenden Protoplasma, und unterscheiden sich von den in Rede stehenden nur durch ihren deutlichen Kern. Am leichtesten sind sie noch in jenen Fällen zu verfolgen, in welchen bloss die eine Hälfte derselben zwischen den Zellen der Schleimschichte, die andere Hälfte dagegen noch im Corium sich vorfindet (BIESIADECKI). Diese Zellen erinnern lebhaft an die sogenannten Wanderzellen. Wir begegneten diesen Zellen im subcutanen Bindegewebe, wo sie meistens in der Nähe der Blutgefässe sich aufhalten, ferner zwischen den Fibrillen des Corium, und finden sie jetzt wiederum in der Schleimschichte, wo sie in der normalen Haut nur spärlich, in pathologischen Zuständen derselben aber bedeutend vermehrt vorkommen. (Spitzes Condylom, Eczem (BIESIADECKI.)

Zur Untersuchung der Schleimschichte benutzt man am besten Hautstücke, welche in Chromsäure oder in MÜLLER'scher Flüssigkeit gehärtet sind. Weingeistpräparate eignen sich weniger dazu. An Leichen entnommenen Hautstücken findet man die früher beschriebenen Wanderzellen nur in den allerseltensten Fällen. Sie kommen ferner häufiger vor bei jugendlichen Individuen an den Hautstellen mit mächtiger Schleimschichte; am leichtesten sind sie zu verfolgen an gereizten Hautpartieen, wie nach der Anwendung von Zugpflaster oder über erkrankten Knochen; dann in der ödematösen Haut. — Der Umstand, dass man diese Zellen bald zur Hälfte im Corium, bald in den verschiedenen Schichten der Schleimschichte in allen möglichen Gestalten vorfindet, dass sie in gereizter Haut vermehrt, in den normalen nur spärlich vorkommen, spricht um desto mehr für die Locomotion derselben, als man in anderen Gebilden mit gleichen Eigenschaften versehene Zellen auf ihre Ortsveränderung untersuchen kann.

Die Epithelialzellen der Schleimschichte sind sowohl durch mechanische Eingriffe, als auch chemische Reagentien nur schwer von einander zu trennen.

Diese innige Vereinigung der einzelnen Zellen unter einander verdanken dieselben vielleicht weniger einer Kittsubstanz als dem Ineinandergreifen der Stacheln und Riffe. Eine Isolirung der Zellen der Schleimschichte gelingt noch am leichtesten an Hautstücken, welche, in Chromsäure gehärtet, durch längere Zeit in mässig concentrirter Kalilösung gekocht werden, es löst sich die Schleimschichte nach einiger Zeit in toto vom Corium ab und die Epidermiszellen zerfallen dann durch ein sanftes Klopfen mit einem Glasstab leicht auseinander.

Die Hornschichte, Stratum corneum,

Cuticula, erscheint, an senkrechten Schnitten gefasert, mit schwach wellenförmigem Verlauf der zur Oberfläche der Haut parallel verlaufenden Fasern. Selbst stärkere Vergrösserungen gestatten keinen näheren Einblick in die Structur derselben, die man erst bei der Isolirung der scheinbaren Fasern zu ermitteln im Stande ist. Man überzeugt sich dann, dass diese Fasern aus einer Summe von flachen, polygonalen Schüppchen, den sogenannten Epidermisschüppchen oder Hornblättchen, gebildet werden.

Diese Schüppchen sind in der tiefsten, der Schleimschichte zunächst gelegenen Reihe etwas dicker als in den oberflächlicheren Schichten, sie ähneln noch den Zellen der obersten Schleimschichte, sind nur etwas flacher, weniger granulirt, sie färben sich nicht mehr in Carmin und in den meisten derselben ist der Kern vollständig verschwunden, während blos in einigen ein ebenfalls flacher, schwach ovaler, durchschnittlich 0.005 bis 0.008 Millim. im Durchmesser haltender Kern vorhanden ist. Die Schüppchen der oberen Reihe sind flacher, mannichfach gestaltet und gekrümmt, sind sehr scharf, einfach contourirt, kernlos und glashell durchscheinend. Im Wasser quellen sie etwas auf, werden undurchsichtig, dunkler und körnig, in Essigsäure oder Kali causticum werden sie zu Bläschen, in deren Innerem feine Fädchen oder Körnchen, oder auch im Centrum ein gefaltetes, dem Kerne ähnliches Gebilde bemerkbar wird. Durch das festere Zusammenkleben der Schüppchen einer Reihe entsteht die Schichtung der Hornschichte in mehrere Lamellen, welche ihr am Querschnitte den faserigen Bau verleihen. Da das Stratum Malpighii nicht vollständig alle Vertiefungen der Coriumoberfläche ausfüllt, so entstehen über den Fortsätzen des Corium, wie z. B. über den Papillen kleine Erhabenheiten, zwischen denselben kleine Vertiefungen der Oberfläche der Schleimschichte. Diesen Erhabenheiten und Vertiefungen folgt die lamellöse Hornschichte, wodurch sich der wellenförmige Verlauf der einzelnen Lamellen am Querschnitte erklärt. Die Hornschichte folgt aber noch den tieferen Furchen im Corium, wie z. B. an den Riffen und Furchen der Hohlhand, welche die bekannten Zeichnungen der Hautoberfläche liefern.

Die Dicke der Epidermis ist an verschiedenen Individuen und an verschiedenen Körperstellen sehr wechselnd.

Die Hornschichte bildet oft ein sehr dünnes Häutchen über einer mächtigen Schleimschichte, während an manchen Stellen erstere das zwei- bis dreifache der Schleimschichte ausmacht.

Die Schleimschichte behält aber an beiden Stellen im Grossen genommen ihre gleiche Dicke, man muss nur absehen von Haut-Stellen mit langen Papillen, zwischen welchen die Schleimschichte eine bedeutende Mächtigkeit zeigt, während sie über den Papillen verhältnissmässig sehr dünn ist.

Die Dicke der Schleimschichte beträgt nach Krause $^{1}/_{65}$''' bis $^{1}/_{20}$''', dagegen variirt die der Hornschichte $^{1}/_{65}$''' bis 1'''.

Beide zusammen messen oft 3.7 Millim., an den meisten Stellen misst es 0.05 bis 0.25 Millim.

Die dunklere Hautfärbung, welche sich bei einzelnen Individuen an der ganzen Haut, bei anderen aber an bestimmten Körperstellen, wie im Warzenhof, Scrotum u. s. w. vorfindet, rührt vom Pigmentgehalte der Zellen der Schleimschichte her. An diesen Stellen findet man in den tiefsten Zellen der Schleimschichte feines, körniges, braungelbes Pigment in geringerer Menge bei schwacher, in grösserer Menge bei dunkler Hautfärbung. In den nächst höheren Zellen der Schleimschichte findet man weniger Pigmentkörnchen, dafür eine gleichförmige, lichtgelbe Färbung des Protoplasmas derselben, welche Färbung in den oberen Zellen der Schleimschichte und in den Schüppchen der Epidermis an Intensität abnimmt, derart, dass in den Epidermidalschüppchen dieser Stellen nur durch directen Vergleich mit farblosen eine schwache Färbung zu constatiren ist. Auch die schwarze Hautfarbe der Neger beruht auf dem Pigmentgehalte der Zellen der Schleimschichte. In pathologischen Zuständen sind auch die oben beschriebenen Wanderzellen pigmenthaltig, (BIESIADECKI im spitzen Condylom).

Nerven der Haut.

Bis vor nicht langer Zeit kannte man in der Haut bloss markhaltige Nervenfasern mit ihren besonderen Endigungen, den PACINI'schen und MEISSNER'schen Körperchen. Die neueren Untersuchungen haben ausser den schon bekannten Nerven noch ein reiches, markloses Nervengeflecht mit freien Endigungen zwischen den Zellen der Schleimschichte nachgewiesen.

Die subcutanen Nervenstämme zerfallen an der unteren Coriumfläche in mehrere die grösseren Blutgefässe begleitende Aeste, welche aus markhaltigen und marklosen Nervenfasern bestehen. Die Nervenäste jener Hautstellen, in welchen mehr Tast- und PACINI'sche Körperchen vorkommen, sind reicher an markhaltigen Nervenfasern (LANGERHANS [1]).

Von den Nervenästen zweigen sich einzelne markhaltige Nervenfasern schon im subcutanen Zellgewebe oder im untersten Corium ab und endigen daselbst in den sogenannten PACINI'schen Körperchen.

Der Rest der Nervenfasern zieht meist in schräger Richtung zur Coriumoberfläche und bildet im Stratum papillare corii ein das Blutgefässnetz begleitendes Nervengeflecht.

Einzelne markhaltige Nervenfasern verlieren oft schon im obern Corium ihr Nervenmark, oder sie gelangen in die Nervenpapillen und endigen mit den Tastkörperchen.

1) VIRCH. Arch. Bd. 44. 2. und 3. Heft.

Die marklosen Nervenfasern begleiten die Blutgefässe der Gefässpapillen (LANGERHANS).

Pacinische Körperchen.

Die hier in Rede stehenden Körperchen wurden zuerst von A. VATER gesehen, wie es LANGER nachgewiesen hat, und werden desshalb auch Vater'sche Körperchen genannt. — Sie sind ausser beim Menschen bei vielen Säugethieren und Vögeln zum grössten Theile im subcutanem Zellgewebe, aber auch an andern Stellen, wie im Mesenterium (Katze) nachgewiesen. Diese Körperchen sind nichts anderes, als bedeutend verdickte Enden markhaltiger Nervenfasern.

Die Scheide besteht anfangs aus einer homogenen, kernhaltigen Membran, an welcher durch die Behandlung mit Silberlösung eine epithelähnliche Zeichnung hervorgerufen wird. Sie zerfällt dann an einer umschriebenen Stelle in ein System zwiebelartig in einander geschachtelter Kapseln, deren zwanzig bis sechzig die Hauptmasse des Körperchens bilden.

Es sind helle, anscheinend structurlose Membranen, von denen die äusseren dicker und durch eine klare Flüssigkeit weiter auseinander gedrängt sind, als die inneren, welche sehr eng aneinander liegen. — Am Querschnitt erkennt man in denselben zahlreiche, oblonge Kerne, welche namentlich durch Essigsäure deutlich hervortreten und in Chlorgold sich roth färben. Von der Fläche aus gesehen zeigen diese Membranen sowohl im frischen Zustande als auch nach Behandlung mit verschiedenen Reagentien eine wenig punctirte, gleichförmige Masse mit einer nur undeutlichen Streifung. — Silberlösung ruft an den Membranen eine Zeichnung hervor, welche der der Lymphgefässe ähnlich sieht (HOYER [1]).

Es sind meist unregelmässige Fünfecke von wellenförmig verlaufenden, schwarzbraunen Fäden begrenzt, innerhalb welchen die oberwähnten Kerne liegen.

In dieses endständige, zwiebelartige Gebilde tritt die markhaltige Nervenfaser in spiralförmigen Windungen ein und zieht in die Höhle der innersten kleinsten Kapseln. Der Axencylinder verläuft nun in der Mitte bis zum blinden Ende desselben und hört mit einem oder mit mehreren feinkörnigen Endknöpfchen auf.

Das Nervenmark erfüllt dagegen die Höhle der innersten Kapsel (Innenkolben KÖLLIKER) und bildet eine feinkörnige, oder in grössere Klümpchen geronnene, im Verhältnisse zum Nervenmarke nur weniger glänzende Masse, welche sich in Chlorgold gleich dem Nervenmarke intensiv schwarzviolett färbt.

In der Nähe der eintretenden Nervenfaser gelangt ein grösseres Blutgefäss

1) Archiv von REICHERT und DU BOIS, 1864, 1865.

in das Körperchen und bildet zwischen den äusseren Kapseln ein reichliches Capillarnetz.

Die Vater'schen Körperchen messen beim Menschen 1.1 bis 4.5 Millim und kommen beständig an den Hautnerven der Finger und der Zehen, an der Hohlhand und Fusssohle und an den Gelenknerven der Extremitäten (Rauber) vor.

Spärlich findet man sie an den übrigen Hautnerven, an den grossen, sympathischen Plexus, neben der Aorta abdominalis hinter dem Peritoneum und neben der Steissdrüse.

Meissner'sche oder Wagner'sche Körperchen, Tastkörperchen.

Die markhaltigen Nervenfasern, welche unterhalb der Hautpapillen längst der Blutgefässe vielfach gewunden, »kriechenden Wurzeln« nicht unähnlich verlaufen, gelangen hie und da in einzelne Papillen, welche in der Regel gefässlos sind, und endigen hier mit den sogenannten Tastkörperchen. — Corpusculum tactus von Meissner und Wagner.

Wenn man die Haut der letzten Phalangen nach Härtung in Chromsäure untersucht, so findet man in einzelnen, niedrigeren und breiteren Papillen ovale Körperchen, welche die ganze Länge der Papille ausmachen und im queren Durchmesser 0.02—0.045 Millim. betragen. Dieselben (Fig. 190) fallen hauptsächlich durch ihr starres Aussehen und durch ihre quere Streifung auf, welche einerseits durch feine Linien, andererseits durch spindelförmige, quer verlaufende, glänzende Kerne bedingt ist. Die markhaltige, von einer kernreichen Scheide eingeschlossene Nervenfaser verläuft bald zur unteren Spitze, bald bis zur Mitte, ja selbst bis zur oberen Spitze des Körperchens, und windet sich oft ein oder anderthalbmal um das Körperchen, welches an dieser Stelle dann verengt ist. Plötzlich verliert dieselbe ihr Mark und lässt sich nicht mehr im Körperchen verfolgen.

Aehnliche Bilder bekommt man nach Behandlung frischer Hautschnitte mit Kali, Natron oder concentrirter Essigsäure. Nach diesen bleiben aber viele Fragen unentschieden, die auch im verschiedenen Sinne von verschiedenen Forschern beantwortet wurden.

Die queren Linien wurden bald für Bindegewebs-, bald für elastische, bald für Nervenfasern erklärt, die queren Kerne bald für Bindegewebszellen, bald für Kerne der Nervenscheiden. — Die marklos gewordene Nervenscheide liessen Einige nach dem Vorbilde der anderwärts vorkommenden Krause'schen Körperchen in eine Höhle des Tastkörperchens eintreten und dorten frei endigen.

Gelungene Chlorgoldpräparate sind im Stande, einige fragliche Puncte zu beantworten, indem an diesen die Nervenfasern dunkelviolett gefärbt sind, während das übrige Gewebe blassröthlich erscheint. Man sieht die Grenze der Körperchen durch einen schwachen Contour angedeutet, in welchem oblonge Kerne liegen. Feine Schnitte lassen in dem Körperchen bald in schie-

fer, bald in Längsrichtung 4—6 violette Nervenfasern erkennen, welche von weniger gefärbten kleinen Kernen begleitet sind.

Die feinen Durchschnitte lehren aber nichts über den inneren Verlauf; sie geben keinen Aufschluss darüber, ob sich die Fasern theilen und wie sie endigen. Das MEISSNER'sche Körperchen ist also wie das PACINI'sche ein Endgebilde eines markhaltigen Nerven, aber wir kennen bei jenem die Endigungsweise des Axenfadens nicht.

Tastkörperchen findet man constant und am zahlreichsten am Nagelgliede der Finger. Nach MEISSNER[1] kommen hier 108 Tast auf 400 Gefässpapillen.

In geringer Zahl kommen sie an der Handfläche und Fusssohle, Handrücken und Fussrücken, ferner nicht constant in der Brustwarze (KÖLLIKER, KRAUSE), in der Lippe (KÖLLIKER, KRAUSE, HENLE).

Endigungen der marklosen Nervenfasern.

Die marklosen Fasern bilden längs des Gefässnetzes der pars reticularis corii ein Nervengeflecht, welches aus einzelnen dickeren, als auch sehr feinen, glatten und varicösen Nerven-Fäden besteht, längst welcher zahlreiche Kerne verlaufen. Von diesem Geflechte erheben sich einzelne Nervenfasern gegen die Schleimschichte, verlaufen manchmal eine Strecke weit unterhalb derselben und treten nach einer raschen Umbiegung in die Schleimschichte hinein. Andere gelangen in die Papillen, theilen sich in denselben und steigen zwischen die Zellen der Schleimschichte hinauf (LANGERHANS, BIESIADECKI). Dieses Verhalten lässt sich bloss an gelungenen Chlorgoldpräparaten verfolgen. Die Verfertigung derselben ist jedoch an der Haut mit zahlreichen, höchst störenden Schwierigkeiten und Uebelständen verbunden. Am häufigsten ist die Durchtränkung des Coriums in Folge der Undurchdringlichkeit der Hornschichte unvollständig. LANGERHANS empfahl desshalb das Einlegen nur dünner Cutisstreifen in Chlorgoldlösung, welcher einige Tropfen Essigsäure zugesetzt sind.

An solchermassen gewonnenen Präparaten findet man eben die Nervenfasern, welche in die Schleimschichte eintreten und dort etwa in der Höhe der dritten Zellenreihe mit knopfförmigen Anschwellungen enden. Auch in den höheren Schichten des rete will LANGERHANS eine bedeutende Anzahl tief violetter Körper gesehen haben; von welchen je ein Fortsatz nach abwärts und mehrere gegen das stratum corneum gerichtet waren. Für die ersteren behauptet er ferner einen Zusammenhang mit tieferen Nervenfasern.

Talgdrüsen.

Die Talgdrüsen — glandulae seboferae, wegen ihres Zusammenhanges mit den Haaren auch Haarbalgdrüsen genannt — sind einfache oder zusammengesetzte acinöse Drüsen, deren Ausführungsgang nur selten unmittelbar an die Hautoberfläche, sondern in der Regel in die Haartasche ausmündet. An

[1] Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Haut. Leipzig 1863.

grösseren Haaren stellen sie Anhängsel des Haarbalges dar, während an Wollhaaren das Verhältniss sich derartig ändert, dass eher das kleine Härchen in den weiten Ausführungsgang der Drüsen einzumünden scheint. Sie liegen immer in der Lederhaut und erstrecken sich nie in das subcutane Bindegewebe.

Die Talgdrüsen bestehen aus dem Drüsenkörper und dem Drüsenausführungsgange. Den Drüsenkörper bilden Drüsenläppchen (Acini) d. i. mit Enchymzellen gefüllte, birnförmige Säckchen, von denen sich 2 bis 20 zu einem Ausführungsgange vereinigen. Die Drüsenläppchen bestehen also aus dem Drüsensack (Hülle) und aus den Enchymzellen.

Den Drüsensack bildet eine glashelle, mit Kernen versehene Membran, welche anscheinend structurlos ist, nach Behandlung mit Silberlösung Zellengruppen erkennen lässt, aber nach Aussen von einer dichten, aus Bindegewebs- und elastischen Fasern gebildeten Lage begrenzt ist. In der letzteren verläuft ein mässig dichtes Blutgefässnetz. Man kennt weder Lymphgefässe noch Nerven, welche zu den Talgdrüsen in einer besondern Beziehung stehen.

Die Enchymzellen, welche mit Ausnahme einer kleinen, centralen Höhle das ganze Säckchen ausfüllen, bestehen aus Epithelialzellen, von denen die der Drüsenhülle zunächst anliegenden meist den tieferen Zellen der Schleimschichte gleichen, nur tritt der Kern derselben deutlich hervor.

Nach Innen zu füllen sich die Zellen ursprünglich mit kleinen Fettkörnchen, dann mit grösseren Fetttröpfchen an, welche den Kern zudecken und die Zellen selbst vergrössern. Nach Extraction des Fettes findet man in den polygonalen, scharf begrenzten Zellen verschieden grosse runde Lücken, entsprechend den Fetttröpfchen, welche von Ueberresten des Protoplasmas eingeschlossen sind. In der Mitte der Zelle liegt der runde, bläschenartige Kern.

In manchen Fällen sind schon die peripherischen Drüsenzellen mit Fett gefüllt, während in andern Fällen der Fettgehalt derselben ein sehr geringer ist. In der Höhle der Talgdrüse liegt eine formlose Talgmasse mit zahlreichen Zellüberresten.

Der Drüsensack geht in die Wand des Drüsenausführungsganges, welche sich ihrerseits in die des Haarbalges fortsetzt, so dass der erstere als Ausstülpung des Haarbalges zu betrachten ist, um desto mehr, als auch die Wurzelscheiden den Ausführungsgang der Drüse begrenzen und unmittelbar in die Enchymzellen der Drüsen übergehen.

Die Wand des Ausführungsganges besteht ebenfalls aus einer glashellen Membran und aus einer epithelialen Auskleidung derselben, welche einen meist mit Fett gefüllten, cylindrischen Canal einschliessen. Die Zellen entsprechen vollkommen denjenigen der äusseren Wurzelscheide des Haares und sind von einer gegen die Drüse an Dicke abnehmenden Hornschichte bedeckt.

Die Anzahl und Grösse der Drüsen hängt nicht von der Stärke der Haare

ab. Der Drüsenkörper der stärkeren Haare besteht aus mehreren Drüsenläppchen, welche halbmondförmig das mittlere Drittel des Haarbalges umgeben und liegt, durch ein spärliches Bindegewebe getrennt, dem Haarbalge an. Die Grösse dieser Drüsen richtet sich einerseits nach der Anzahl der Läppchen, andererseits nach der Menge und dem Fettreichthum der Enchymzellen.

Die Ausführungsgänge der Talgdrüsen, von denen einer, auch zwei in einen Haarbalg eintreten, münden in den letzteren unter einem spitzen Winkel, so dass schliesslich seine Zellen mit denen der äusseren Wurzelscheide zusammenfliessen (Henle).

Die Drüsenläppchen der Wollhaare sind an einzelnen Stellen grösser und zahlreicher, der Ausführungsgang übertrifft den der anderen Haare.

Die Talgdrüsen fehlen gänzlich in der Hohlhand und in der Fusssohle, ferner am Rücken der dritten Phalangen und an der glans penis.

Die Entwicklung der Talgdrüsen beginnt beim Menschen im dritten Monate mit der Bildung einer hügelartigen Erhabenheit der äusseren Wurzelscheide, welche in der Höhe der künftigen Talgdrüse gelegen mit den Zellen der Wurzelscheide zusammenhängt. Sie besteht aus Epithelialzellen, welche später an Zahl zunehmen und einen birnförmigen Fortsatz der Wurzelscheide darstellen.

Schweissdrüsen.

Schweissdrüsen, glandulae sudoriferae, sind tubulöse, zu einem Knäuel verschlungene Drüsen, welche mittelst eines gestreckten Ausführungsganges an der Hautoberfläche ausmünden. An einer Schweissdrüse muss man den Drüsenknäuel vom Drüsenausführungsgange unterscheiden.

Der Drüsenknäuel (Fig. 191) ist ein rundliches, gelbes Körperchen, welches fast in der Regel im subcutanen Bindegewebe liegt, nur selten im unteren Corium und meistens zwischen 0.15 und 0.5 Millim. hält. In der Achselgrube messen sie 1—2 Millim., ja einige selbst 5 Millim.

Im Drüsenknäuel ist der röhrenförmige Drüsenschlauch vielfach zusammengewunden und durch ein lockeres Bindegewebe zusammengehalten. Das blinde Ende dieses Schlauches liegt in der Mitte des Knäuels, welcher sich ziemlich leicht entwickeln lässt und in einem Falle (Krause) $^3/_4'''$ gemessen hat.

Der Drüsenschlauch besteht aus einer Hülle und aus Enchymzellen. Die Hülle bildet eine glashelle, dünne Membran, welche durch Silberlösung wieder in Felder zerlegt erscheint (Czerny), in welchen sich oblonge Kerne vorfinden.

Das lockere, zwischen den Windungen des Knäuels gelegene Bindegewebe besteht aus feinen Fasern, welche parallel zu den Windungen des Drüsencanals verlaufen und zwischen welchen spindelförmige Bindegewebszellen eingebettet liegen. Dieses Bindegewebe bildet eine Art Kapsel um den Drüsenknäuel und schliesst ein engmaschiges Gefässnetz ein.

An grösseren Drüsen, wie in den der Achselhöhle, legen sich nach aussen von der erwähnten Membran zahlreiche, längsverlaufende Muskelzellen an, welche der Drüsenoberfläche ein streifiges Aussehen verleihen.

Der Drüsenschlauch ist von einer einzigen Reihe kegelförmiger oder cylindrischer Zellen ausgekleidet.

Der Ausführungsgang der Schweissdrüse muss, da der Knäuel derselben im subcutanen Zellgewebe liegt, das ganze Corium, die Schleim- und Hornschichte durchziehen. Im Corium verläuft er gestreckt oder leicht wellenförmig und tritt immer zwischen zwei Papillen in die daselbst mächtige Schleimschichte hinein, die er leicht geschlängelt durchsetzt.

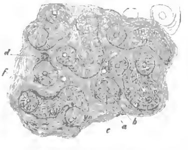


Fig. 200. Schweissdrüsenknäuel in verschiedener Richtung durchschnitten, *a* Drüsenhülle, *b* Enchymzellen, *c* Drüsencanal, *d* durchschnittene Blutgefässe, *f* lockeres die Drüse einkapselndes Bindegewebe.

Da die in der Schleimschichte würfelförmigen Zellen zu platten Hornschüppchen werden, so muss der Ausführungsgang in der Hornschichte um desto mehr Windungen besitzen, je dicker dieselbe ist. In einer dünnen Hornschichte beschreibt der Canal kaum eine halbe Windung, in einer dicken deren bis zwanzig, welche korkzieherähnlich in beiden Körperhälften nach rechts (WELCKER) verlaufen. An einigen Hautstellen, wie an den Händen und Füssen, sind die äusseren Mündungen trichterförmig erweitert und für's unbewaffnete Auge als sogenannte Schweissporen sichtbar. An den zuletzt genannten Stellen münden sie reihenweise und gleich weit von einander entfernt in den Furchen zwischen den Riffen, an den übrigen Hautstellen meist gruppenweise (KRAUSE.) Sie fehlen am Praeputium und an der glans penis.

Von der Schleimschichte angefangen besitzt der Ausführungsgang keine besondere Hülle, der Canal wird von concentrisch um ihn angeordneten, concav-convexen Zellen in der Schleimschichte und solche Schüppchen in der Hornschichte begrenzt.

In der Lederhaut bildet der Ausführungsgang einen zapfenförmigen Fortsatz der Schleimschichte, welcher an der macerirten Haut sammt der Epidermis als feiner (EICHHORN'scher) Faden herausgezogen werden kann. Derselbe besitzt hier schon eine besondere Hülle, welche als Fortsetzung der das Corium bekleidenden Membran zu betrachten ist.

Die Schleimschichte setzt sich in eine mehrfache Zellenreihe in das Lumen der Hülle hinein und nimmt succesive an Dicke ab, bis sie schliesslich im untern Corium in die Enchymzellen übergeht. Den Ausführungsgang begleiten durch das Corium parallel zu denselben verlaufende Bindegewebs-

fasern mit zahlreichen Bindegewebszellen und in der Regel auch zwei kleine Blutgefässe.

Langerhans (l. c.) beschreibt zwischen den Zellen des obern Theils des Ausführungsganges ähnliche, zum Nervensystem gehörige Gebilde, wie in der Schleimschichte.

Nach Krause's Zählungen kommen in einem Quadratzoll Haut von der Vola manus 2736 Schweissdrüsen, von der Fuss- und Sohlenfläche 2685, vom Handrücken 1490, vom Hals und Stirn 1303, vom Nacken und Gesäss 417. Die Schweissdrüsen der Achselhöhle gestatten wegen ihrer ansehnlichen, von den übrigen abweichenden Grösse keine unmittelbare Vergleichung, obgleich sie an Masse jede andere Körperstelle weit überwiegen.

Im fünften Schwangerschaftsmonate beginnt die Entwickelung der Schweissdrüsen mit der Bildung eines flaschenförmigen Fortsatzes der Schleimschichte, der sich in die Lederhaut versenkt, aus Epithelialzellen zusammengesetzt ist und mit einem aufgetriebenen, kolbigen untern Ende aufhört. Im siebenten Monate schliessen die Drüsen einen Canal ein. In diesem Monate verlängert sich auch die Drüse, ihr blindes Ende erweitert sich retortenförmig. In den letzten Schwangerschaftsmonaten windet sich dieses Ende zu dem bekannten Drüsenknäuel.

Muskeln der Haut.

Willkürliche, quergestreifte Muskelfasern gelangen nur im Gesichte, am Bart und an der Nase von der Tiefe in die Haut hinein und endigen in der Lederhaut bald unter einem schiefen Winkel, bald senkrecht zwischen den Haaren und Talgdrüsen gelegen.

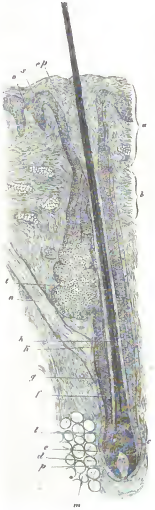
Glatte Muskelfasern findet man in der Haut in einer doppelten Ausbreitung. Einmal verlaufen sie horizontal und bilden ein anastomosirendes Netz (Kölliker), wie am Scrotum (Tunica dartos), Praeputium, Mittelfleisch- oder kreisförmige Bündel, wie im Warzenhof und in der Brustwarze selbst.

Das andere Mal durchsetzen sie als einzelne Muskelstränge von 0.045—0.22 Millim. Durchmesser in schräger Richtung das Corium und stehen mit den Haarbälgen in einer besondern Beziehung (Haarbalgmuskeln Kölliker's, Erectores pili Eylandt's.) Sie entspringen im obersten Corium und ziehen schräge, an die Talgdrüse sich anlegend, zum Haarbalge, an dessen innern Haarbalgscheide sie, unterhalb der Talgdrüsen sich inseriren. Manche Haare besitzen zwei Muskeln, welche über der Talgdrüse sich kreuzen und diese halbmondförmig umgreifen.

Da die Haare schief in der Haut stecken und einen mässig spitzen Winkel mit der Hautoberfläche bilden, die Muskelfasern dagegen in der Ebene des correspondirenden stumpfen Winkels liegen, so muss das Haar bei der Contraction des Muskels mehr senkrecht sich aufstellen und etwas über die Hautoberfläche sich erheben (Gänsehaut).

NEUMANN beschreibt schiefverlaufende Muskelbündel in der Haut, welche mit den Haaren keinen Zusammenhang haben sollen.

B. Haare — Pili.



Haare sind cylindrische Horngebilde, welche in röhrenförmigen Vertiefungen der Haut — den sogenannten Haartaschen — stecken und von der am Grunde der letzteren vorhandenen Papille, der Haarpapille, sich entwickeln.

Man muss also bei der Betrachtung des Haares berücksichtigen: 1) den Bau der Haartasche sammt der Haarpapille und 2) das Haar. Bei diesem wieder den die Papille einschliessenden Theil, die Haarwurzel, und den übrigen meist über die Haut hinausragenden Theil — den Haarschaft.

Die Haartasche ist eine Vertiefung der Coriumoberfläche, welche ein blindes untere Ende (Fig. 201), das sogenannte Haartaschengewölbe und einen freien, trichterförmig erweiterten Ausführungsgang (*a*) zeigt. Unterhalb des Ausführungsganges ist die Haartasche verengt und bildet hier den sogenannten Hals. Es ist dieses jene Stelle der Haartasche, in welche der Ausführungsgang der Talgdrüsen mündet.

Vom Halse der Haartasche bis zu deren Gewölbe unterscheidet man an der Haartasche *a*) den Haarbalg und *b*) die Wurzelscheide.

Der Haarbalg besteht aus drei Schichten: der äusseren, mittleren und inneren.

Die äussere Haarbalgscheide (*d*) KÖLLIKER's äussere Faserhaut) besteht aus dicht gelagerten, parallel zur Haaraxe verlaufenden Bindegewebsfasern, welche

Fig. 201. Barthaar. *b* Hals der Haartasche, *a* Ausführungsgang, *c* Haartaschengewölbe, *d* äussere Haarbalgscheide, *m* Fettzellen, *e* innere Haarbalgscheide, *p* Papille, *f* äussere Wurzelscheide, *g* innere Wurzelscheide, *h* Rindensubstanz, *k* Marksubstanz des Haarschaftes, *l* Haarwurzel, *n* arrector pili, *t* Talgdrüse, *o* Hautpapillen, *s* Schleimschichte, *ep* Hornschichte, welche in den Ausführungsgang der Haartasche sich fortsetzt.

nach Oben fest mit den Fasern des Corium vereinigt sind, nach Unten dagegen das Haargewölbe umgreifend noch eine Strecke weit die in die Haarpapille eintretenden Blutgefässe begleiten. Nach Aussen geht diese Scheide nur allmählig, einer scharfen Begrenzung entbehrend, in das Bindegewebe des Corium über und erscheint blos an jenem Theil des Haarbalges, welcher im Panniculus adiposus sich befindet, als eine selbständige Scheide von 0.02 Millim. Stärke.

Innerhalb dieser Scheide findet man zwei längsverlaufende Blutgefässe (kleine Arterie und Vene), welche durch querverlaufende Anastomosen gitterförmig den Haarbalg umgeben, ferner hie und da sich dichotomisch theilende, markhaltige Nervenfasern.

Die mittlere Schichte des Haarbalges ist die innere Haarbalgscheide (*e*), Kölliker's innere Faserhaut. Sie besteht aus spärlichen, querverlaufenden Bindegewebsfasern, zwischen welchen eine gleichförmige, wenig gekörnte Substanz mit zahlreichen, stäbchenförmigen, quer gelagerten Kernen sich vorfindet. Durch Behandlung mit Silberlösung lassen sich in dieser Substanz mehrfache Lagen oblonger, wellenförmig contourirter Felder erkennen (Czerny). Die Natur dieser Felder ist noch nicht eruirt. Mit organischen Muskelfasern haben sie die spindelförmige Gestalt und den stabförmigen Kern gemein, während für die bindegewebige Beschaffenheit derselben der Umstand spricht, dass sie sich nur schwer isoliren lassen und beim Kochen im Wasser aufquellen und sich nicht trüben (Henle, Kölliker).

Die starke Contraction dieser Scheide, welche z. B. beim Ausfallen des Haares erfolgt, spricht für die muskulöse Natur derselben (Fig. 196).

Von den in der äusseren Haarbalgscheide verlaufenden Blutgefässen treten zahlreiche Capillargefässe in die innere Haarbalgscheide hinein und bilden in derselben ein dichtes Maschenwerk. Nerven sind in dieser Scheide bisjetzt nicht gefunden worden. Diese Scheide beginnt erst in der Höhe des Halses der Haartasche und umgiebt, an stärkeren Barthaaren selbst von 0.05 Millim. Mächtigkeit, den unteren Theil derselben. Sie umgreift auch das Haargewölbe und setzt sich am Grunde desselben in die Haarpapille (*p*) fort, welche in die Höhle der Haartasche hineinragt und meist gestielt der inneren Haarbalgscheide aufsitzt.

Die Haarpapille zeigt hiermit einen dünnen Hals und einen dickeren Körper, welcher mit einer kegelförmigen Spitze endigt. Sie ist durchschnittlich zwei Mal so lang als breit. Es steht übrigens nicht die Länge, sondern ihre Dicke im Verhältnisse zur Länge des Haares (Schrön).

Die Haarpapille besteht aus Bindegewebsfasern, welche von der inneren Haarbalgscheide in dieselbe gelangen und zwischen welchen zahlreiche, runde Kerne, aber auch deutliche, kernhaltige, runde Zellen sich vorfinden. Sie ist an ihrer Oberfläche vollkommen glatt und ist am Halse von der Glashaut des Haarbalges umgeben, während über dem Körper und der Spitze letztere sich nicht mehr nachweisen lässt.

Es treten ferner in die Haarpapille zwei kleine Arterien hinein. Diese verschmelzen gegen die Papillenspitze hin in der Regel zu einem Stamm und zerfallen nachträglich wiederum in zwei austretende Gefässe (Venen). Zwischen diesen vier Gefässen finden zahlreiche Anastomosen statt.

Marklose Nervenfasern konnte ich bis zum Halse der Haarpapille verfolgen.

Die dritte und innerste Schichte des Haarbalges bildet eine glashelle Membran–Glashaut von 0.005—0.008 Millim. Dicke, welche sich weder in Säuren, noch in Alkalien verändert. Obwohl diese am Querschnitte vollkommen homogen erscheint, so sieht man bei Flächenansicht in derselben querverlaufende, sich auch schief kreuzende, dünne Fäden und hie und da auch schwach contourirte, runde Kerne.

Verdünnte Silberlösung ruft in der Glashaut eine Zeichnung hervor, die der der Lymphgefässwand ähnlich ist (Czerny[1]).

Die an die innere Haarbalgscheide stossende Aussenfläche der Glashaut ist glatt, ihre Innenfläche zeigt jedoch schmale, quere Leistchen oder feine Stacheln (Haight[2]) ähnlich denen der Stachelzellen.

Die Glashaut ist eine Fortsetzung des die Coriumoberfläche überziehenden dünnen Häutchens, sie überzieht die ganze innere Balgscheide und setzt sich auf den Hals der Haarpapille fort, wo sie immer dünner werdend aufhört. Es scheint jedoch, dass sie auch den Körper und die Spitze der Papille, auf eine ungemein dünne Membran reducirt, bekleidet.

In der Glashaut findet man weder Blutgefässe noch Nerven.

Die Wurzelscheiden (*f*), welche wir als weiteren Bestandtheil der Haartaschen bezeichnet haben, bestehen aus zwei Schichten, der äusseren und inneren Wurzelscheide.

Die äussere Wurzelscheide (*f*) wird durch die Schleimschichte gebildet, welche sich continuirlich von der Hautoberfläche in die Haartasche fortsetzt, das Gewölbe jedoch derselben nicht erreicht, sondern meist in der Höhe der Papillenspitze, öfter aber auch über der letzteren endigt (Moleschott, Chapuis). Dieselbe besteht aus einer mehrfachen Lage von Epithelialzellen, von denen die der Glashaut anliegenden meist cylinderförmig sind und einen runden, der der Glashaut entgegengesetzten Fläche näher gelegenen Kern zeigen.

Die nach Innen von diesen folgenden Zellen sind polyedrisch, während die innersten platt gedrückt einen ovalen Kern einschliessen.

Im Halse der Haartasche ist auch die äussere Wurzelscheide schmäler, meist dadurch, dass alle dieselbe zusammensetzenden Zellen mehr als an anderen Stellen derselben plattgedrückt sind. Gegen das Haargewölbe hin endigt dieselbe (auf dem Durchschnitte) bald abgerundet und dann noch aus

1) Centralblatt für med. Wissenschaften 1869, Nr. 26.

2) Sitzungsbericht der Akademie in Wien, Jahr 1868, Bd. 57.

einer meist dreifachen Zellenlage bestehend, bald zugespitzt, indem sie schliesslich aus einer einzigen Reihe meist flacher Zellen besteht. Zwischen den Zellen der äusseren Wurzelscheide findet man an Chlorgoldpräparaten hie und da feine, varicöse, dunkelviolette Fäden, welche von der Glashaut ausgehend, bis zur inneren Wurzelscheide reichen. Die Vermuthung, dass wir es hier mit Nervenfasern zu thun haben, ist bisjetzt noch nicht durch einen Zusammenhang dieser Fasern mit Nerven, welche in den Haarbalgscheiden verlaufen, unterstützt worden. Langerhans (l. c.) beschreibt zwischen den Zellen der äusseren Wurzelscheide ähnliche Nervenzellen wie in der Schleimschichte.

Die innere Wurzelscheide (*g*) besteht aus zwei Schichten, einer äusseren und inneren. Die äussere Schichte ist die innere Wurzelscheide Henle's, die innere die sogenannte Huxley'sche Scheide. In Bezug auf ihre Entwicklung, ihre Zusammensetzung und ihr chemisches Verhalten haben wir es hier mit zwei ganz differenten Gebilden zu thun. Die erstere steht mit der äusseren Wurzelscheide im genetischen Zusammenhang, während sich die letztere mit dem Haar aus der Haarwurzel entwickelt.

Die innere Wurzelscheide (Henle) erscheint am Längsschnitte des Haares als eine hellglänzende, in carminsaurem Amoniak sich wenig färbende, der glashellen Membran ähnliche dünne Schichte.

Dieselbe beginnt am Halse der Haartasche und erstreckt sich gegen das Haargewölbe nur so weit, als die äussere Wurzelscheide reicht.

Sie ist nach aussen scharf begrenzt gegen die äussere Wurzelscheide; nach Innen stösst sie an die später zu beschreibende Huxley'sche Scheide.

Die zuerst genannte Scheide, welche Henle zuerst beschrieb und als innere Wurzelscheide bezeichnete, besteht jedoch, wie es Querschnitte und Flächenansichten lehren, aus oblongen, zur Längsaxe der Haartasche parallelen, kernlosen, hellglänzenden Schüppchen, welche der Längsaxe nach halbirten Spindeln gleichen. Die ebenen Flächen dieser Spindeln grenzen an die äussere Wurzelscheide, welche sie continuirlich überziehen, die innern convexen Flächen an die Zellen der Huxley'schen Scheide.

Die meisten Anatomen haben zwischen diesen Schüppchen schmale Spalten beschrieben, welche Henle veranlasst haben, diese Scheide als eine durchlöcherte Membran zu betrachten; andererseits werden sie als feine, bei der Isolirung dieser Scheide zu Stande gekommene Lücken bezeichnet.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass auch an entsprechenden Flächenschnitten, ohne vorangegangene Isolirung dieser Scheide, Bilder vorkommen, welche für das Vorhandensein feiner Spalten zwischen den Schüppchen zu sprechen scheinen. Diese anscheinenden Spalten kommen jedoch dadurch zu Stande, dass bei der Einstellung der Innenfläche dieser Zellen, welche, wie bemerkt, convexe sind, bald breitere, bald schmälere Lücken vorkommen, je nachdem man bald höher, bald tiefer eingestellt hat. Bei gehöriger Einstel-

lung des Mikroskopes sowie an Querschnitten überzeugt man sich mit Leichtigkeit, dass diese Schüppchen mit den Rändern ihrer ebenen Flächen unmittelbar aneinander stossen.

Im unteren Theile des Haarbalges besteht die innere Wurzelscheide bloss aus einer Reihe der obenbeschriebenen Schüppchen, welche von den hier noch kernhaltigen Zellen der Huxley'schen Schichte leicht zu unterscheiden sind; höher oben werden erstere flacher, letztere ebenfalls kernlos, so dass beide Scheiden nicht mehr genau zu trennen sind. Es scheint jedoch, dass die Schüppchen der innern Wurzelscheide nach Oben zu an Zahl zunehmen. Schliesslich sei noch erwähnt, dass die Schüppchen der inneren Wurzelscheide in Natron und Kali quellen und sich endlich auflösen.

Das Haar selbst besteht aus dem zum grössten Theile über die Hautoberfläche hinausragenden Haarschafte, ferner aus der Haarwurzel, einer zwiebelartigen Auftreibung des Haarschaftes, aus welcher sich überdiess eine dem Haare eigens zukommende und den untersten Theil des Haarschaftes umgebende Scheide, die sogenennte Huxley'sche Scheide, sammt der Cuticula der Wurzelscheide entwickelt.

Betrachtet man den Haarschaft ohne vorhergehende Behandlung mit Reagentien, so sieht man, dass dessen Rand auf dem Durchschnitte fein gezahnt ist, und dass entsprechend den Spitzen der Zähne feine Linien quer über die Haaroberfläche hinziehen, welche oblonge Vierecke begrenzen. Das Bild erinnert unwillkührlich an die Körperoberfläche beschuppter Amphibien und ist der Ausdruck schmaler, das Haar einscheidender Schüppchen, welche die von Herm. Meyer zuerst beschriebene sogenannte Cuticula des Haares darstellen.

Die Hauptmasse des Haares bildet die Haarsubstanz (Fig. 201 *h*), d. i. eine an grauen Haaren farblose, silberglänzende Haarsubstanz, in welcher sich zahlreiche, spindelförmige, längsverlaufende, dunkle Körnchen vorfinden. An gefärbten Haaren schliesst die Haarsubstanz, welche auch Rindensubstanz des Haares genannt wird, in wechselnder Menge und auch verschieden gefärbte Pigmentkörnchen ein.

In den dicken Barthaaren und auch hie und da in Kopfhaaren liegt innerhalb der Rindensubstanz ein centraler Markstrang (Fig. 201 *k*), der aus gekörnten, polyedrischen Zellen zusammengesetzt ist und am besten an grauen Haaren zu verfolgen ist.

Der Haarschaft endigt mit einer (am nicht abgeschnittenen Haare) feinen, immer marklosen Spitze und übergeht meist allmählich in die Haarwurzel.

Die Haarwurzel (Fig. 192 *l*) ist jener Theil des Haares, welcher die Haarpapille umgiebt und den tiefsten Theil des Haarbalges ausfüllt. Sie besteht im Haargewölbe aus kernhaltigen Zellen, welche den tiefsten Zellen der Schleimschichte gleichen und sich von diesen vielleicht nur durch eine besondere Derbheit unterscheiden.

Die der Papille zunächst anliegenden Zellen sind cylindrisch und stehen senkrecht auf der Papillenoberfläche; manchmal hängen sie bloss mit einem

dünnen Faden an der Papille. Die äussersten Zellen der Haarwurzel stossen an die Glashaut des Haarbalges und sind etwas plattgedrückt. Den mittleren Theil der Wurzel bilden polyedrische, einen deutlichen grossen Kern einschliessende Zellen.

Mitten in diesem Zellenhaufen bemerkt man in der Höhe des Papillenkörpers eine parallel zur Glashaut vorlaufende Reihe von Zellen, welche sich von den übrigen Zellen dadurch unterscheiden, dass sie dichter gestellt, von oben nach unten etwas abgeplattet sind und sich im Carmin intensiver färben.

In der Höhe der Papillenspitze ja manchmal schon tiefer erscheint als eine Fortsetzung dieser Zellenreihe eine Reihe von schmalen Schüppchen, welche senkrecht auf die Haarachse gestellt sind, welche aber höher über der Papille sich immer mehr parallel zur Haarachse stellen, so dass die untern einen grossen Theil der obern decken, und nur etwa den sechsten Theil der obern Partie der Schüppchen frei lassen. Indem nun diese Schüppchen sich immer fester aneinander legen und mit einander verschmelzen, werden sie auf diese Weise zur Cuticula des Haares, welche man an einem helleren, das Haar umgebenden Saume und an dem fein gezahnten Rande erkennt.

Diese mitten in der Haarwurzel auftretenden Cuticulazellen zerlegen dieselbe in einen centralen, die Papille umgebenden, und einen peripherischen, der Glashaut anliegenden Theil, welcher im Durchmesser höchstens den vierten Theil der ersteren ausmacht.

Der centrale Theil der Haarwurzel besteht, wie gesagt, aus cylindrischen, der Papille aufsitzenden, und entfernter von dieser aus polyedrischen Zellen. Dieselben zeichnen sich durch ihren runden, grossen, in Carmin stark rothgefärbten Kern und durch eine spärliche, homogene Protoplasmasubstanz aus. Höher über der Papille nimmt das Protoplasma der Zellen zu. Die Zellen, sowie die Kerne werden zuerst oblong, höher oben spindelförmig mit stäbchenförmigen Kernen.

In dieser Strecke, welche durchschnittlich die Länge der Papille übertrifft, nimmt die Haarwurzel allmählig an Dicke ab und wird noch von den schiefgestellten Cuticula-Schüppchen begrenzt. Es färben sich auch hier die die Wurzel zusammensetzenden Zellen in Carmin.

An einer ziemlich scharfen Grenze verwischen sich die Contouren der einzelnen Zellen, man bemerkt blos feine Linien, welche Fasern zu begrenzen scheinen und fadenförmige Kerne. Die ganze Masse färbt sich nicht mehr in Carmin und stellt am grauen Haare, welchem diese Beschreibung entnommen ist, die starre, silberglänzende, hornartige Rindensubstanz des Haarschaftes dar. Der centrale, von den Cuticula-Zellen eingeschlossene Theil der Haarwurzel übergeht also in die Haarsubstanz, indem die zuerst runden Zellen, sogenannten Haarzellen, immer mehr spindelförmig werden und schliesslich in schmale, hornartige Spindeln sich umwandeln.

Der periphere, zwischen den Cuticula-Zellen und der Glashaut des Haar-

balges gelegene Theil der Haarwurzel übergeht in die Cuticula der Wurzelscheiden und in die Huxley'sche Scheide.

Derselbe besteht in der Tiefe aus einer mindestens dreifachen Lage von Zellen, von denen die äussersten der Längsachse des Haares entsprechend, langgezogen, die der Cuticula anliegenden meist polygonal sind.

Die der Haarcuticula zunächst anliegenden Zellen schieben sich zwischen die Schüppchen derselben hinein und gestalten sich zu den Schüppchen der Wurzelcuticula selbst um. Diese Schüppchen decken sich ähnlich wie die der Haarcuticula mit dem Unterschiede, dass hier die obern den grösseren Theil der tiefer gelegenen decken, oder anders gesagt, der freie, unbedeckte Rand der Schüppchen der Haarcuticula sieht nach oben, der der Cuticula der Wurzelscheide dagegen nach unten.

Diese zwei Cuticula-Schichten greifen sehr fest in einander, da beim Ausreissen eines wachsenden Haares in der Regel beide sammt der innern Wurzelscheide dem Haare folgen und nur in seltenen Fällen das Haar allein mit den nach abwärts umgeschlagenen Schüppchen der Haarcuticula herausgerissen wird.

Die äusseren Zellen des peripheren Theils der Haarwurzel verlängern sich schon in der Höhe des Papillenkörpers der Längsachse des Haares entsprechend zu spindelförmigen Zellen und füllen sich tiefer mit spärlichen, höher oben mit reichlichen, hellglänzenden Körnchen, welche den geschrumpften Kern meist zudecken.

In der Tiefe des Haarbalges stossen diese Zellen an die Glashaut, höher oben an die schon beschriebene innere Wurzelscheide Henle's, welche aus spindelförmigen, jedoch kernlosen Epidermis-Zellen besteht.

Erstere unterscheiden sich von den Letzteren dadurch, dass jene im untern Theile noch immer einen Kern einschliessen, dass sie mit hellglänzenden. in Carmin schwach imbibirbaren Körnchen gefüllt sind, während die andern kernlos sind und sich in Carmin nicht färben.

Die äussersten Zellen der Haarwurzel stellen nun eine besondere Scheide des Haares dar, die zuerst von Huxley beschrieben, als Huxley'sche Scheide bezeichnet wird.

Sie besteht in jener Höhe, in welcher das Haar noch aus deutlichen, kernhaltigen, weichen und imbibitionsfähigen Zellen zusammengesetzt ist, aus kernhaltigen, spindelförmigen und von kleinen, glänzenden Körnchen erfüllten Zellen.

Ueber dieser Stelle erscheinen die diese Scheide zusammensetzenden Zellen kernlos und stellen dadurch, dass die sie erfüllenden Körnchen zusammenfliessen, eine am Längsschnitte homogen erscheinende, der Glashaut ähnliche Scheide dar, welche mit der innern Wurzelscheide Henle's verschmilzt und eine einzige, innere Wurzelscheide der Autoren darstellt.

Diese aus der Verschmelzung der Henle'schen inneren Wurzelscheide mit der Huxley'schen Scheide entstandene innere Wurzelscheide reicht bis zum Halse der Haartasche, wo sie nach der Angabe der meisten Anatomen

aufgefasert endigen soll. Gutgetroffene Längsschnitte lehren jedoch, dass die innere Wurzelscheide sich noch in den Hals der Haartasche fortsetzt, indem sowohl der äussere als innere Contour derselben einander bedeutend genähert, in den Hals der Haartasche zu verfolgen sind.

Die Schüppchen derselben platten sich blos plötzlich beim Eintritt in den Hals der Haartasche ab und werden zu platten Epidermidalschuppen, welche in mehrfacher Lage die ebenfalls aus platten Zellen bestehende äussere Wurzelscheide überziehen.

In manchen Fällen geschieht es aber, dass diese Scheide im unveränderten Zustande das Haar durch den Hals der Haartasche in den Ausführungsgang derselben als eine ihn einhüllende Scheide begleitet, während in den meisten Fällen die sie zusammensetzenden Schuppen im Ausführungsgange mit den Epidermisschüppchen des letzteren verschmelzen.

Die topographische Anordnung der verschiedenen Haarscheiden lässt sich einzig und allein an wohlgetroffenen Längsschnitten studiren.

Dicke und graue Haare eignen sich am besten zur Untersuchung, da man von ihnen selbst Längsschnitte verfertigen kann und weil der Pigmentmangel die einzelnen Zellen der Haarsubstanz besser hervortreten lässt. Zerzupfungspräparate und Querschnitte vervollständigen dann das Bild.

Da die Haarpapillen verschieden tief liegen, so bekommt man an einem Querschnitte, welcher selbst vollständig parallel zur Hautoberfläche geführt wurde, nie gleichbeschaffene Querschnitte der Haare. Je nach der Höhe, in der das Haar durchschnitten wurde, ändert sich das Bild des Querschnitts.

Einmal wird eine aus Bindegewebsfasern zusammengesetzte Papille von einer mehrfachen Lage von epithelartigen Zellen umgeben, welche von der Glashaut eingeschlossen wird; es ist der Querschnitt des Halses der Papille. Diesen begrenzen die Zellen der Haarwurzel, an welcher weder die Cuticula, noch die Huxley'sche Scheide zu unterscheiden sind. Die äussere Wurzelscheide fehlt noch.

Ein anderesmal liegt mitten in der aus kernhaltigen polyedrischen Zellen bestehenden Rindensubstanz des Haares die Marksubstanz desselben, welche aus viereckigen, oblongen Zellen besteht. Die Rindensubstanz wird von mehrfach concentrisch angeordneten feinen Linien begrenzt, zwischen welchen zarte, oblonge Kerne sich vorfinden (Haar- und Wurzelcuticula). Nach Aussen diesen liegt eine aus einer doppelten Zellenreihe bestehende Schichte, in welcher zahlreiche, glänzende Körnchen, aber auch deutliche Kerne sich vorfinden, (Huxley'sche Scheide) eingeschlossen von einer einzigen Reihe hellglänzender, in Carmin nicht gefärbter, halbkugliger, kernloser Zellen, (innere Wurzelscheide Henle's), welche von an die Glashaut anstossenden Epithelialzellen (äussere Wurzelscheide) umgeben werden.

Der Schnitt ist geführt durch die noch weiche Haarwurzel über der Papille, in einer Höhe, welche die Länge der Papille nicht übertrifft.

An einem nächst anliegenden Haar-Querschnitte (Fig. 202) besteht die

Haarsubstanz aus einer starren, hornigen, homogenen Substanz, in welcher sich kleine, runde Kernchen vorfinden *e* (durchgeschnittene Kerne der Haarzellen). Die Peripherie derselben ist lichter und zeigt eine undeutliche Streifung (*h* Haarcuticula). Umgeben ist diese von einer einzigen Reihe von glänzenden, starren Zellen, welche geschrumpfte Kerne einschliessen (*g* Huxley'sche Scheide). Nach Aussen von diesen liegen kernlose Zellen (*f*) der inneren Wurzelscheide (Henle's) und Epithelialzellen der äusseren Wurzelscheide (*e*).

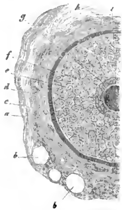


Fig. 202. Haar-Querschnitt unterhalb des Halses der Haartasche. *a* äussere Haarbalgscheide mit querdurchgeschnittenen Blutgefässen. *b. c* innere Haarbalgscheide. *d* Glashaut des Haarbalges. *e* äussere Wurzelscheide. *f* Schüppchen der inneren Wurzelscheide Henle's. *g* die der Huxley'schen Scheide. *h* Cuticula. *l* das Haar.

Der Schnitt hat den Haarschaft etwa in dem mittleren Drittheil des Haarbalges getroffen.

An anderen Haardurchschnitten sind die Zellen der Huxley'schen Scheide kernlos (wie in Fig. 195) und sind nicht mehr zu unterscheiden von den Zellen der innern Wurzelscheide, so dass eine doppelte oder dreifache Reihe von kernlosen Zellen den Haarschaft umgiebt. Das Haar ist hier unterhalb des Halses des Haarbalges durchschnitten.

Im Halse des Haarbalges umgiebt den Haarschaft eine vier- bis fünffache Reihe von Epidermidalzellen. Im Ausführungsgange der Haartasche, welche z. B. zwei Haare enthält, umgiebt jedes Haar concentrisch eine mehrfache Lage von Epidermidalzellen, (veränderte Huxley'sche Scheide sammt innerer Wurzelscheide H.), welche wiederum ihrerseits von Epidermidalschichten (Hornschichte des Ausführungsganges) eingeschlossen werden.

Längs- und Querschnitte lehren also 1) dass sich die hornartige Haarsubstanz aus den Haarzellen, d. i. den centralen, die Haarpapille umgebenden Zellen der Haarwurzel entwickelt, 2) dass die Haarcuticula ebenfalls aus den Zellen der Haarwurzel gebildet wird, 3) dass sich die Cuticula der Wurzelscheiden und die Huxley'sche Scheide aus den peripheren Zellen der Haarwurzel entwickelt, endlich 4) dass die innere Wurzelscheide Henle's der Hornschichte der äusseren Wurzelscheide entspricht.

Die Entwicklung der Haarbestandtheile lehrt aber auch, dass die Huxley'sche Scheide entgegen der Behauptung Kölliker's ebenso wie das Haar wachsen muss; ferner dass das Haar nicht in der Cuticula der Wurzelscheide nach Oben hinaufgeschoben wird, sondern zwischen der Huxley'schen Scheide und der inneren Wurzelscheide H.; dass die letztere, der immer neu nachrückenden Hornschichte der äusseren Wurzelscheide entsprechend, ebenso durch den Hals der Haartasche nach Aussen herausgeschoben wird.

Die Kräfte, welche dieses verursachen, sind

1) die immer neu um die Papille sich ansammelnden Zellen der Haarwurzel und 2) der Druck, den die straff um die Wurzelscheiden gespannte innere Haarbalgscheide auf den Inhalt der Haartasche ausübt und denselben durch den Ausführungsgang hinausdrängt.

Die die Haarwurzel in ihrem tieferen Theile zusammensetzenden Zellen verhalten sich in chemischer Beziehung gleich den Zellen der Schleimschichte.

Essigsäure hellt die Protoplasmasubstanz der Zellen auf und lässt den Kern deutlicher hervortreten. Schwache Kali- oder Natronlösung löst in kurzer Zeit nach vorausgegangener Aufquellung Zellen und Kerne auf.

Bei der Behandlung der Haarsubstanz mit verschiedenen Agentien muss nach Moleschott (Untersuchungen zur Naturlehre IV. Bd. II. Heft) sowohl die Stärke derselben, als der Wärmegrad und die Zeitdauer der Einwirkung betrachtet werden.

In concentrirter Schwefelsäure quillt die Haarcuticula in einigen Minuten sehr stark auf und bildet eine an Dicke, selbst die Breite des Haares übertreffende Scheide der Haarsubstanz. Bis auf 40—50° C. erwärmt, zerfällt etwa in einer Stunde die Cuticula in einzelne Schüppchen.

Langsamer zerlegt 4.6% Kali oder 3% Natronlösung. Nach 40 Stunden ist die Haarrinde wie von Stacheln begrenzt, es sind dies die abgehobenenCuticulazellen, welche noch mit ihren untern Rändern mit einander verklebt sind.

Die Rindensubstanz des Haares, welche sich mechanisch der Länge nach zerfasern lässt, wird durch concentrirte Schwefelsäure in einzelne Haarschüppchen oder Plättchen (Faserzellen) von 0.05—0.08 Millim. Länge und 0.004—0.01 Millim. Breite, in welchen sich 0.02—0.03 Millim. lange, fadenförmige Kerne vorfinden, zerlegt.

Die Markzellen treten namentlich nach mehrtägiger Behandlung der Haare mit 2% Kalilösung sehr deutlich hervor.

Stärkere Kalilösungen lösen das Haar auf. Ueberschüssige Essigsäure fällt aus der Lösung Niederschläge von weissen Flocken, welche Millon's und Fourcroy's Reaction geben.

Sehr starke Kalilösungen lösen und zersetzen das Haar, die Huxley'sche Scheide zerfällt in 4.6% Kalilösung in einzelne Zellen ohne aufzuquellen, ähnlich wie die Haarcuticula.

Die Haarbälge sind je nach der Länge und Dicke der Haare verschieden lang. Die der langen Kopf- und dicken Barthaare erstrecken sich bis ins subcutane Bindegewebe, die der grösseren Haare der übrigen Körperoberfläche bis ins untere Corium, die Papillen der feinsten Haare (lanugo) finden sich im oberen Corium. Sie verlaufen jedoch nie senkrecht, sondern ihre Achse bildet immer einen spitzen Winkel mit der Hautoberfläche.

Wie wechselnd aber auch die Länge und Dicke der Haare ist, so findet man doch immer dieselben oben beschriebenen Bestandtheile.

Die verschiedene Farbe der Haare beruht vorzüglich auf dem Pigment-

gehalt der Haarzellen, welche entweder mit einem körnigen Pigmente gefüllt oder gleichmässig mit einem Farbstoff gefärbt sind. Aber die Farbe des Haares hängt noch von kleinen Luftbläsehen ab, welche entweder zwischen den Haarschüppchen und den Markzellen oder in denselben sich vorfinden. Langerhans giebt an, dass die Haarpapille von einer überaus reichen Menge doppelt contourirter Nerven umgeben wird. An Chlorgoldpräparaten überzeugt man sich, dass von den marklosen Nervenfasern, welche die in die Papille eintretenden Blutgefässe begleiten, varicöse Fasern vom Haargewölbe aus zwischen die Zellen der Haarwurzel hineingelangen und hier parallel zur Papille bis etwa zur Spitze derselben verlaufen.

Entwicklung und Wechsel der Haare.

Als erste Anlage des Haarbalges und der äusseren Wurzelscheide findet man beim Menschen-Embryonen am Ende des dritten oder am Anfange des vierten Monates eine kolbenförmige Vertiefung der Coriumoberfläche, in welche sich continuirlich die Zellen der Schleimschichte fortsetzen und ihn vollständig erfüllen.

Es ist ein fingerförmiger Zapfen aus Zellen der Schleimschichte gebildet, welcher noch keine besondere ihn begrenzende Hülle besitzt, sondern von Bindegewebsfasern des Corium eingeschlossen ist.

Als weitere Anlage für das Haar bildet sich vom Grunde des erstgenannten Fortsatzes ein, um die Hälfte dünnerer, kurzer Zapfen, welcher ebenfalls aus Zellen gebildet wird.

Zwischen diesen Zellen, welche sich durch ihren grösseren, von wenig Protoplasma umgebenen Kern von den erstgenannten Zellen unterscheiden, findet man bald Blutgefässe und man erkennt den Zapfen als die Anlage der Haarpapille, die sich ohnehin an Wollhaaren durch ihren Zellenreichthum auszeichnet.

Um die derartig gebildete Papille häufen sich bald runde Zellen, welche dieselbe umgeben, den Haarbalg in der Tiefe ausdehnen und sich in dem Zapfen der Schleimschichte eine Höhlung ausgraben. Indem sich nun diese Zellen zu langen Spindeln umwandeln, dringen sie in den Zapfen der Schleimschichte hinein und verdrängen ihn seitwärts, so dass die ihn zusammensetzenden Zellen zu den Zellen der äusseren Wurzelscheide werden.

Die die Papille umgebenden Zellen bilden die Haarwurzel, aus welcher sich, sowie im vollendeten Haare das Haar und die Huxley'sche Scheide entwickeln. Die zunächst der Papille anliegenden Zellen werden zu den Haarzellen, welche um die Papille noch weich, in der schon in der äusseren Wurzelscheide gelegenen Haarspitze dagegen schon verhornt sind. Dieses Bild veranlasste einzelne Beobachter, die Behauptung aufzustellen, dass zuerst die Haarspitze und erst nachträglich sich die Haarwurzel entwickele; andere dagegen führte es zu der Ansicht, dass die centralen Zellen des Zapfens der Schleimschichte sich zu den Haarzellen umwandeln.

Die peripheren Zellen der Haarwurzel werden zu den Schüppchen der Huxley'schen Scheide, welche auch die Haarspitze umgiebt. Beide befinden sich noch eine Zeit lang innerhalb der äusseren Wurzelscheide nach oben noch von den Zellen der Schleimschichte begrenzt, allmählig wird auch letztere und die Epidermis, ähnlich wie die äussere Wurzelscheide von dem wachsenden Haare durchbrochen, und es kommt die Haarspitze von der Huxley'schen Scheide eingeschlossen zum Vorschein. Schliesslich scheint das Haar schneller zu wachsen als die Huxley'sche Scheide und es wird auch letztere von ersterem durchbrochen.

Die Entwicklung der Haarbälge ist noch nicht genau verfolgt.

Die erste Haaranlage beginnt nicht gleichzeitig an allen Hautstellen und es scheint auch, dass die Entwicklung bis zum Durchbrechen der Haare an verschiedenen Hautstellen eine verschieden lange Zeit benöthige. Zuerst entstehen die Haare der Augenbrauengegend und die Cilien, später die Haare des Kopfes und zuletzt die des übrigen Körpers. In der 24. Woche ragen die meisten Haare schon über die Hautoberfläche hinaus.

Die auf die beschriebene Weise entwickelten Haare der Embryonen sind immer Wollhaare, also sehr feine Härchen mit kurzen Haarbälgen. An vielen Hautstellen bleiben die Wollhaare stationär, an anderen dagegen entwickeln sich dicke Haare, welche die Stelle der Wollhaare einnehmen.

Soll aus einem dünnen Wollhaare, dessen Haarpapille im mittleren Corium sich befindet, ein bleibendes, dickes Haar, dessen Papille selbst im subcutanen Zellgewebe liegen soll, sich entwickeln, dann muss es zur Verlängerung des Haarbalges des Wollhaares kommen.

Dieses geschieht, wie es Kölliker zuerst beschrieben hat, dadurch, dass sich von der äusseren Wurzelscheide ein Fortsatz in die tiefere Schichte des Corium entwickle. Auf dieselbe Weise, wie bei der ersten Haaranlage; entwickelt sich im Grunde des epithelialen Zapfens von dem Haarbalge aus die Haarpapille, um welche sich die Zellen der Haarwurzel ansammeln. Aus den Zellen der Haarwurzel bildet sich das Haar und die Huxley'sche Scheide, welche die Zellen des epithelialen Fortsatzes durchbrechen und neben dem Wollhaare in den Haarbalg des letzteren gelangen.

Die Papille des Wollhaares scheint zu atrophiren, das Wollhaar fällt heraus und in dessen Haarbalge befindet sich ein bleibendes, dickes Haar. Dieser Vorgang des Haarwechsels erfolgt wahrscheinlich nicht blos einmal im ersten Jahre, sondern wiederholt sich im Kindesalter während der Dickezunahme der Haut.

Das bleibende Haar wächst bis zu einer bestimmten Länge, welche, je nach dem Individuum und je nach der Körperstelle verschieden ist. Hat das Haar diese bestimmte Länge erreicht, dann kann die Papille die Schwere des Haares nicht mehr tragen, das Haar fällt aus, aber an dessen Stelle entwickelt sich ein neues Haar. Dieses ist der physiologische Haarwechsel, welcher beim Menschen typisch, bei den Thieren periodisch stattfindet.

Das Ausfallen der Haare erfolgt auf die Weise, dass um die Haarpapille sich keine neuen Zellen bilden. Die zuletzt gebildeten Zellen der Haarwurzel, welche also keinen Nachschub bekommen haben, verwandeln sich in die Haarsubstanz und bilden entweder ein conisch zugespites oder kolbiges, aus zerfaserten Haarschuppen bestehendes unteres Ende des Haarschaftes.

Nach dem Vorgange Henle's haben die meisten Anatomen dieses kolbige Ende eines ausfallenden Haares als eine zweite Form der Haarwurzel, Haarkolben Henle's, beschrieben, jedoch mit Unrecht, da dieser Kolben nichts anderes ist, als das Ende eines nicht mehr wachsenden Haarschaftes.



Fig. 203. Ausfallendes Haar nach einem Typhus. *a* äussere, *b* innere Haarbalgscheide, *c* Haarpapille, *d* Glashaut, *g* äussere Wurzelscheide, *h* Haarkolben durch einen Strang, *f* mit der Papille zusammenhängend, *l* äussere Wurzelscheide über dem Haarkolben endigend.

Die Haarbalgscheiden, welche in Folge ihrer muskulösen Zusammensetzung (?) einen fortwährenden Druck auf den Inhalt der Haartasche ausüben, drängen den Haarkolben sammt der Huxley'schen Scheide immer mehr hinauf und ziehen sich derartig zusammen, dass die Glashaut unmittelbar an die Papille und höher oben die Innenflächen der äussern Wurzelscheide aneinander stossen. (Fig. 203.)

Das neue Haar entwickelt sich aus der alten Papille (Langer [1]).

Durch krankhafte Vorgänge verursachtes Ausfallen der Haare erfolgt auf die Weise, dass sich entweder kein neues Haar entwickelt, oder an die Stelle eines dicken Haares Wollhaare treten.

C. Nägel — Ungues.

Nägel sind hornartige, elastische, durchscheinende, convex-concave Platten, welche in Hautfurchen der letzten Phalangen eingebettet liegen, und den grösseren Theil der obern Hautoberfläche dieser Phalangen zudecken. Man muss also bei der Betrachtung des Nagels berücksichtigen 1) den Nagel selbst, 2) den vom Nagel zugedeckten Theil der Haut, das Nagelbett und 3) den Hautwall, welcher von drei Seiten den Nagel einschliesst, den Nagelfalz.

Am Nagel unterscheidet man einen vordern, freien Rand, einen hinteren und zwei seitliche Ränder, welche in dem Nagelfalze stecken, ferner eine convexe, obere, zum grössten Theile freie und eine concave, dem Nagelbette anliegende, untere Fläche.

Der hintere Theil des Nagels, welcher in der Nagelfalz steckt, ist die Nagelwurzel, der übrige Theil der Nagelkörper.

1) Denkschriften der k. k. Akad. 1850. (Fig. 19.)

Die vom Nagel zugedeckte Hautfläche, das Nagelbett, zerfällt in einen hintern, von der Nagelwurzel bedeckten matrix unguis, und einen vordern Theil, das eigentliche Nagelbett.

Die den hintern und die seitlichen Nagelränder begrenzende Haut bildet über dem Nagel einen Wall, den Nagelwall, welcher hinten am breitesten, nach vorn hin schmäler wird und mit dem Nagelbette den sogenannten Nagelfalz bildet.

Das **Nagelbett** geht nach vorne in die Haut des Fingerballens über, nach hinten und nach den beiden Seiten hin in die untere, dem Nagel zugekehrte Fläche des Nagelwalles.

Dasselbe besteht aus dem Unterhautzellgewebe, dem Corium und der Schleimschichte.

Das Unterhautzellgewebe des Nagelbettes unterscheidet sich von dem der Umgebung durch seine Fettlosigkeit, ferner durch den etwas nach hinten zur Nagelwurzel gerichteten Verlauf der aufsteigenden Bindegewebsfasern, welche von der Beinhaut der letzten Phalangen in einzelnen Bündeln ausgeht und sich dann büschelförmig nach Oben ausbreitet. Zwischen den einzelnen Bündeln bleiben Räume zurück, welche durch lockeres Bindegewebe, manchmal durch spärliche Fettzellen ausgefüllt, zahlreiche Blutgefässschlingen einschliessen.

Das Corium des Nagelbettes ist in Bezug auf den Verlauf der Bindegewebsfasern gleichbeschaffen mit dem anderer Hautstellen, nur die Anzahl der vom Unterhautzellgewebe aufsteigenden Fasern überwiegt die der übrigen, ein Verhältniss, welches im Corium anderer Hautstellen gerade umgekehrt ist.

Der wesentlichste Unterschied des Corium des Nagelbettes von dem anderer Hautstellen liegt in der Beschaffenheit seiner Oberfläche. Diese ist aber selbst verschieden beschaffen in ihrem hintern Theile, den wir matrix unguis bezeichnet haben und in ihrem vorderen Theile, dem eigentlichen Nagelbette. Die im Verhältnisse zum eigentlichen Nagelbette etwas tiefer gelegene Oberfläche der Matrix des Nagels ist mit nach vorne gerichteten (Henle) 0.1 bis 0.2 Millim. und 0.03—0.06 Millim. breiten Papillen bedeckt, welche auf wallartigen, niedrigen Erhabenheiten des Corium aufgepflanzt sind. An einer bogenförmigen, derjenigen des Fingerballens parallelen Grenze, und in der Regel vom Nagelwalle noch bedeckt, ist die Oberfläche des eigentlichen Nagelbettes mit 50—90 0.1—0.2 Millim. hohen Leistchen bedeckt. Diese Leistchen, welche Fortsetzungen der wallartigen Erhabenheiten der Matrix des Nagels sind, nehmen gegen den freien Rand des Nagels an Höhe zu und übergehen unter dem freien Rande des Nagels in selbst 0.5 Millim. lange Papillen.

Die Leistchen bestehen meist aus senkrecht und parallel aufsteigenden Bindegewebsfasern, zwischen welchen zahlreiche, spindelförmige Zellen eingebettet liegen.

Die Blutgefässe des Nagelbettes bilden im Corium der Nagel-Matrix ein grobmaschiges Gefässnetz, aus welchem Gefässschlingen in die Papillen eintreten; im eigentlichen Nagelbette dagegen ein feinmaschiges Netz, aus welchem zahlreiche, dicke Gefässschlingen in die Leistchen hinaufsteigen.

Im Unterhautgewebe des Nagelbettes verlaufen zahlreiche, markhaltige Nervenfasern, welche etwa an der Grenze gegen das Corium ihre Markscheide verlieren und dann senkrecht zur Oberfläche aufsteigen. Einmal vorfolgte ich an einem Chlorgoldpräparate eine solche Nervenfaser bis an die Coriumoberfläche, von der sich jedoch beim Verfertigen des Präparates die Schleimschichte losgetrennt hat; in der letzteren fand ich keine Nervenfäden.

Das Corium des Nagelwalles ist an dessen oberer Fläche gleich beschaffen mit dem der Haut des Fingerrückens, das der untern (zum Nagel gewendeten) Fläche ist papillenlos, glatt und enthält keine Drüsen.

Die Schleimschichte des Nagelbettes unterscheidet sich in nichts von der der übrigen Haut. Sie füllt alle Vertiefungen des Nagelbettes, also die Thäler zwischen den Papillen der Matrix, sowie die Furchen zwischen den Leistchen und geht unmittelbar in die Schleimschichte der benachbarten Haut, also auch in die des Nagelfalzes über. Im hintern Winkel des Nagelfalzes verschmilzt die Schleimschichte der Nagelmatrix mit der des Nagelwalles, derartig, dass vom Winkel des Falzes eine keilförmige Schleimschichte in das Corium hineindringt, welche der Beinhaut der Phalanx am nächsten gelegen und mittelst straffer und kurzer Bindegewebsfasern an dieselbe fest angeheftet ist.

Die tiefsten Zellen der Schleimschichte des Nagelbettes sind cylindrisch, die mittleren polygonal, die obersten plattgedrückt. Alle schliessen einen grossen, scharf begrenzten Kern ein.

Das weitere Schicksal der Zellen der Schleimschichte ist verschieden.

Ueber dem eigentlichen Nagelbette gehen sie, wie an den übrigen Hautstellen, plötzlich in platte Epidermidalschuppen, über der Nagel-Matrix dagegen allmählig in die Nagelsubstanz über.

An senkrechten, den Nagel in zwei seitliche Hälften theilenden Schnitten überzeugt man sich, dass die Schichte der kernhaltigen, plattgedrückten Zellen über der Nagelmatrix eine viel dickere ist, als über dem Nagelbette und dass sie über der Nagelmatrix in einer schiefen, gefurchten Fläche in die hornige Nagelsubstanz übergeht. Die Dicke dieser Schichte nimmt gegen das Nagelbett immer mehr ab, während die Dicke der Nagelsubstanz zunimmt. — Die Grenze zwischen der Schleimschichte des eigentlichen Nagelbettes und der Nagelsubstanz ist dagegen scharf und eben, ja in den meisten Fällen liegt zwischen diesen eine dünne Schichte (in Chromsäure) aufgelockerter Epidermidalschuppen, welche auch gegen den freien Rand des Nagels an Dicke zunimmt (Reichert).

Zwischen der Schleimschichte der Nagelmatrix und der Nagelwurzel giebt

es keine scharfe Grenze, die obersten plattgedrückten Zellen der Schleimschichte der Nagelmatrix gehen in immer mehr abgeplattete, kernhaltige, deutlich contourirte und in Carmin imbibitionsfähige (NAGEL) Zellen über, und diese wieder in sehr platte Schuppen, in welchen die Kerne nicht mehr sichtbar sind.

Diese Schuppen verwandeln sich an einer nach vorne gegen das Nagelbett

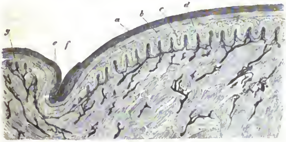


Fig. 204. Querschnitt eines Nagels durch das eigentliche Nagelbett. *a* Nagelsubstanz, *b* lockere Hornschichte unterhalb derselben, *c* Schleimschichte, *d* querdurchgeschnittene Nagelleistchen mit injicirten Blutgefäsen, *e* papillenlose Nagelfalz, *f* die Hornschichte des Nagelfalzes, welche sich über den Nagel gelegt hat, *g* Papillen der Haut des Fingerrückens.

abfallenden Ebene, in eine gleichförmige, glänzende, in Carmin nicht mehr zu imbibirende, hornartige Nagelsubstanz, die sich in Chromsäure grünlich färbt.

Die dem Nagel zugekehrte Schleimschichte der unteren Fläche des Nagelfalzes, ist mit einer nach vorne an Dicke zunehmenden Epidermidalschichte, welche der obern Fläche der Nagelwurzel anliegt, jedoch leicht von ihr abgehoben werden kann, bedeckt, betheiligt sich also nicht an der Bildung des Nagels.

Der hintere, in der Nagelfalz gelegene, mit Papillen versehene Theil des Nagelbettes muss also als die alleinige Bildungsstätte des Nagels betrachtet und als Nagelmatrix bezeichnet werden.

Sie entspricht der Haarpapille, während der Nagelfalz dem Haarbalge gleichkommt und zur Aufgabe hat, das Wachsthum des Nagels nach vorne zu veranlassen. Die Nagelzellen werden nämlich von der Tiefe nach oben immer breiter; da sie sich aber des hintern Winkels des Nagelfalzes wegen nicht gleichmässig ausbreiten können, so müssen sie nach vorne rücken und werden von den nachfolgenden noch weiter nach vorne geschoben.

Aus diesem Grunde sind die Nagelzellen dachziegelförmig angeordnet, derart, dass die obern den grösseren Theil der untern zudecken und nur den hintern Rand der letzteren freilassen, (VIRCHOW [1]).

---

1) Zur normal. und path. Anat. der Nägel. Würzb. Verhandl. B. V.

Beim Mangel des Nagelfalzes, d. i. blos des Nagelwalles, was an den kleinen Zehen öfter zu geschehen pflegt, wächst der Nagel nur in der Dicke, in Form eines hornartigen Höckers, welcher eine bestimmte Höhe erreicht und dann abbricht.

Eine eitrige Entzündung der Nagelmatrix führt zum temporären oder stabilen Verlust des Nagels, je nachdem erstere wiederum hergestellt wird oder zu Grunde geht.

Der neue Nagel bildet sich von der Matrix und schiebt sich von rückwärts über das Nagelbett. Eitrige Entzündungen des eigentlichen Nagelbettes bedingt keine Störungen im Wachsthum des Nagels; öfters legt sich der Nagel nicht mehr an das Nagelbett an und behält trotzdem seine normale Dicke.

Die an Querschnitten homogene, höchstens feine Linien zeigende Nagelsubstanz, welche das Licht doppelt bricht, besteht aus sehr dicht zusammengekitteten, kernhaltigen Epidermidalschuppen, in welche sie sich durch verschiedene chemische Agentien zerlegen lässt.

Nach MOLLESCHOTT löst Ammoniak die sehr spärliche Kittsubstanz der Nagelzellen in 24 Stunden auf. Die Zellen bilden unregelmässige Polyeder und schliessen je einen runden Kern ein. Kupferoxyd-Ammoniak in starker Lösung macht die Schüppchen des Nagels in $1\frac{1}{2}$ Stunden zu Polyedern, in 2—3 Stunden zu elliptischen Blasen aufquellen. Die Kerne greift diese Lösung rasch an.

Das beste Mittel, um gesonderte Nagelzellen mit deutlichen Kernen zu bekommen, ist ein drei- bis fünfstündiger Aufenthalt des Nagels in 27% Kalilauge. Der Nagel wird darin sehr weich und man braucht nur eine dünne Schichte auf dem Objectträger auszubreiten, um ein befriedigendes Bild zu erhalten.

Der Nagelkörper ist fein längsstreifig, seine Oberfläche zeigt Riffe, die nicht als Abdrücke der Leistchen des Nagelbettes (KÖLLIKER), sondern als Folge des papillösen Baues der Nagelmatrix (HENLE) zu betrachten sind, da auch die Nagelwurzel schon gerippt ist.

Entwicklung des Nagels.

Im dritten Foetalmonate bemerkt man an der letzten Phalanx eine nach vorn concave, wallartige Erhabenheit der Haut, welche der Nagelfalz entspricht und dadurch zu Stande kommt, dass an einer der Concavität dieses Walles entsprechenden Linie die Schleimschichte einen leistenähnlichen Fortsatz in das Coriumgewebe aussendet. Dieser Fortsatz besteht aus einer zwei- bis dreifachen Reihe von Epithelialzellen, welche denen der Schleimschichte gleichen.

Im vierten Monate findet man zwischen diesen Zellen eine drei- bis vierfache Reihe platter, kernhaltiger, sehr scharf begrenzter Zellen, welche den

Nagelzellen entsprechen. Die von diesem Walle eingeschlossene Hautpartie, welche zum Nagelbette werden soll, gleicht um diese Zeit noch vollkommen der übrigen Haut. Im fünften Monate schieben sich die oben beschriebenen Nagelzellen zwischen die Schleim- und Hornschichte des Nagelbettes ein, so dass der vorgebildete Nagel noch von der Hornschichte zugedeckt ist und keinen freien Rand besitzt.

Indem nun der Nagel unterhalb der Hornschichte bis zur Fingerspitze (im sechsten Monate) reicht, hebt er die Hornschichte in Form einer nach rückwärts offenen Tasche ab.

Capitel XXVII.

Die serösen Häute.

Von

E. Klein.

Die Bestandtheile der serösen Membranen im Allgemeinen sind: Endothel, das Grundgewebe, Lymphgefässe, Blutgefässe und Nerven.

A. Endothel.

Alle serösen Häute tragen an den freien Flächen eine einschichtige Zellenlage; das Mesenterium, der seröse Antheil des Diaphragma und zum Theile das äussere Blatt des Pericardium haben demgemäss an beiden, das Peritoneum parietale, die Pleura, das viscerale Blatt des Pericardiums und die Dura mater nur an einer der betreffenden serösen Höhle zugekehrten Fläche ein Endothelium. Was das äussere Blatt des Pericardiums anbelangt, so ist der Zellenüberzug der äusseren Fläche kein vollständiger, erstreckt sich jedoch beim Kaninchen, der Katze und dem neugeborenen Menschen über einen grossen, beim Meerschweinchen über den grössten Theil der äusseren Fläche.

An der Dura mater wird von Boehm[1] nur für das Kaninchen ein Zellenüberzug angegeben.

Beim Triton und Frosche finden sich am Peritoneum parietale, am Mesenterium und bei letzterem Thiere auch an der Bauchhöhlenfläche der Scheidewand[2] der cysterna magna zwischen nicht flimmernden vereinzelte und Gruppen von kleinen flimmernden Pflasterzellen.

Die einzelnen Zellen sind ziemlich platt, besitzen einen rundlichen oder oblongen, häufig excentrisch gelegenen Kern, dessen Dicken-Durchmesser meist den der Zelle übertrifft, so dass er an der betreffenden Stelle die über ihm gelegene Schichte von Zellsubstanz bauchig hervorwölbt. Je regelmässiger übrigens die Zelle gestaltet ist, desto mehr nähert sich die Form des Kernes

der runden. Fast regelmässig polyedrisch findet man das Endothel am Mesenterium des Kaninchens, des neugeborenen Menschen, des den Magen und den Darm überziehenden Peritoneums vom Frosche und der Katze, der Thoraxseite des centrum tendineum des Meerschweinchens.

Am unregelmässigsten sind die Zellen am Mesenterium des Frosches, zum Theile auch an dem der Katze; die Zellen sind hier fast immer unregelmässig gestaltet, und zwar sind sie mehr oder weniger in die Länge gezogene Platten, und stets mit Ausbuchtungen versehen; daher kommt es, dass die Grenzlinien zweier benachbarter Zellen mehrere grössere und kleinere Biegungen zeigen. Die in die Länge gezogenen Zellen der beiden Oberflächen kreuzen sich mit ihrem Längsdurchmesser in ähnlicher Weise, wie die Zellen der gegenüberliegenden Wände eines grösseren Lymphgefässes.

Der Kern dieser Endothelzellen liegt sehr selten central, ist meist oblong und zeigt mitunter Einschnürungen, die sich entweder nur auf die eine Hälfte oder über den ganzen Kern erstrecken; ja es ist gar nicht selten, dass man langgestreckte, an den Polen mehrere Ausbuchtungen zeigende Zellen findet, in denen zwei Kerne angetroffen werden.

An der Pleura, dem Paricardium und dem centrum tendineum des Diaphragmas treffen wir neben regelmässig polyedrischen Zellen auch mehr oder weniger unregelmässig gestaltete, sowie drei- und länglich viereckige und unregelmässig in die Länge gezogene Zellen an. Hinsichtlich der Grösse der einzelnen Zellen und ihrer Grenzcontouren herrscht ebenfalls die grösste Mannigfaltigkeit. Bald sind sie auf grosse Strecken gleich gross, bald finden sich zwischen einzelnen grossen Zellen Gruppen unverhältnissmässig kleiner, wobei man jedoch bald directe Uebergänge zwischen beiden Formen findet, bald solche vermisst. Diese letzteren Verhältnisse zeigen sich in schöner Weise am Pericardium der Katze, sowie an der Pleura intercostalis[3] und über den Lymphgefässen an der Bauchseite des Peritoneums[1]. Was die Grenzcontouren der Endothelzellen anbelangt, so wechselt die Form derselben an Silberpräparaten von Stelle zu Stelle, am Mesenterium vom Frosche, an dem der Katze, an der Bauchseite des Centrum tendineum über den später zu erwähnenden Spalten, stellenweise an der inneren Fläche des äusseren Pericardialblattes vom Kaninchen sind die Contouren der Endothelzellen von ausgezeichnetem geschlängelten Verlauf; ein solcher findet sich übrigens auch in geringerem Maasse stellenweise an der Pleura und der Thoraxseite des Diaphragmas. Bemerkenswerth ist, dass an Silberpräparaten die Zellencontouren über den später zu erwähnenden breiten Spalten an der Bauchseite des centrum tendineum, sowie über den Lymphgefässen der Pleura[5] viel zarter sind, als an den Zwischenstellen.

Die Anordnung der Endothelien ist entweder eine einfache Juxtaposition polyedrischer Zellen oder wo sie in die Länge gezogen sind, greifen sie mit ihren ausgezogenen Enden zwischeneinander ein, oder sie stehen in Gruppen von 4—10 wie die Radien um ein gemeinschaftliches Centrum angeordnet;

also finden sie sich sowohl an der Bauch-,[6] als der Thoraxseite des centrum tendineum des Diaphragmas, am Mesenterium, an der Bauchhöhlenfläche [7] der Scheidewand der Cysterna lymphatica magna des Frosches, an der Pleura [8] und an der inneren und äusseren Fläche des Pericardiums vom Kaninchen, der Katze und des Menschen, sowie an der Dura mater des Kaninchens.[9]

Im Centrum dieser Endothelgruppen finden sich entweder eine oder auch mehrere (2 und 3) scharfbegränzte verschieden grosse, rundliche oder dreieckige Stellen, die man seit Recklinghausen und Oedmanson als Lücken zwischen den Endothelzellen, als sogenannte Stomata auffasst.

Andererseits trifft man auch an den genannten Orten auf radienartig angeordnete Endothelgruppen, in deren Centrum man die besagten Stomata gänzlich vermisst. Bei dem Umstande, dass an Silberpräparaten verschieden grosse, vereinzelt oder in mehreren zusammen stehende — immer jedoch scharf begrenzte kleinere Stellen zwischen zwei oder mehreren Endothelzellen angetroffen werden, in Anbetracht, dass es an einzelnen Stellen wegen des Nebeneinanderseins sehr verschieden grosser Figuren und des Fehlens der Kerne fast unmöglich erscheint, zu entscheiden, was man für Stoma, und was für eine kleinere Endothelzelle halten soll, ist auch von allen Forschern der Nachweis von Lücken zwischen den Endothelien an Silberpräparaten als nicht erbracht angesehen worden; man nimmt aber die beschriebenen Bildungen für Stomata an auf Grundlage der Experimente [10] von Recklinghausen, die nachträglich von Ludwig und Schweigger-Seidel, von Dybkowsky, von Schweigger-Seidel und Dogiel sowie von Böhm wiederholt wurden. Für die Gegenwart der Stomata sprechen ausserdem unzweifelhaft auch die gelungenen Injectionen von Dybkowsky (siehe in seiner Abhandlung Figur 8).

Vom histologischen Standpunkte können strenge genommen nur jene kleinen Figuren für Stomata gehalten werden, die sich im Centrum radienartig gestellter, relativ grosser Endothelzellen vorfinden; an solchen Stellen wird man bei einiger Aufmerksamkeit gerade wie dies von Schweigger-Seidel und Dogiel [10] für die Bauchhöhlenfläche der Scheidewand der Cysterna lymphatica magna angegeben wurde, in den meisten Fällen die Kerne der das angebliche Stoma begrenzenden Endothelzellen ganz peripher dicht neben dem Stoma liegend, finden. Alle übrigen, theils einzeln, theils zu mehreren neben einander vorkommenden kleinen Zeichnungen entsprechen höchst wahrscheinlich nur jungen, durch Theilung grösserer Endothelien hervorgegangenen Zellen. Unterstützt wird diese Annahme: erstlich durch das Vorkommen zweikerniger Endothelzellen, so wie in Abschnürung begriffener Endothelkerne am Mesenterium des Frosches, ferner durch die eigenthümliche unregelmässige Form der besagten Endothelien, die ganz so aussehen, als wären an ihnen im Leben Formveränderungen vorgegangen, ferner durch die Thatsache, dass, wie oben angeführt wurde, stellenweise zwischen vereinzelten grossen mehrere kleine Zellen eingeschoben sind, und endlich durch den Befund von Ludwig und Schweigger-Seidel an der Bauchseite des centrum tendineum vom Kaninchen,

wo sich alle Stadien der Kerntheilung in den Endothelzellen erkennen lassen. Ludwig und Schweigger-Seidel halten diese durch Theilung der Endothelien hervorgegangenen Zellengruppen für Lymphkörperchen.

Erwähnen muss ich noch des zelligen Ueberzuges vom Omentum majus der Katze; dasselbe besteht aus einem sehr zierlichen Bindegewebsbalkenwerk, welches Lücken bildet, die gegen die die Gefässe führenden Hauptbalkenzüge an Grösse abnehmen.

Das Endothel schliesst sich dem Balkenwerke vollkommen an.

Zur Untersuchung der zelligen Ueberzüge eignen sich die bekannten Methoden der Versilberung und Maceration in Jodserum.

B. Das Grundgewebe.

Das Stroma der serösen Häute besteht aus Bindegewebe und elastischem Gewebe. Ersteres besteht aus wellig verlaufenden zu Bündeln vereinigten Fasern; die Bündel bilden im Allgemeinen ein zierliches Maschenwerk, verflechten sich mitunter in verschiedener Richtung und bilden an einzelnen Stellen dichtere Balken, in denen grössere Blut- und Lymphgefässe, sowie Nervenstämme eingebettet liegen; also ist das Bindegewebe angeordnet am Mesenterium, an dem unter dem Epithel gelegenen schwachen Grundhäutchen der Pleura [12], dem der Bauch- und Thoraxseite des Centrum tendineum.

Andererseits sind die Bindegewebsmassen von mehr sehniger Anordnung, wie am centrum tendineum selbst, wo sie beim Kaninchen eine gegen die Thoraxfläche gelegene circuläre und eine gegen die Abdominalseite gelegene radiäre Schichte [13] bilden, zum Theile am Pericardium, in den tieferen Schichten der Pleura intercostalis und an der Dura mater.

Durch dieses bindegewebige Maschenwerk erstreckt sich ein dichtes Netz sehr feiner elastischer Fasern, die zumeist geradlinig oder wenig gekrümmt, seltener stark geschlängelt, spiralig, verlaufen. Die Menge dieser elastischen Fasernetze, die übrigens in mehr als einer Ebene angeordnet sein können, ist sehr variabel, am grössten ist sie am Mesocolon der Säugethiere und des Menschen, sowie am Mesenterium des Meerschweinchens, immerhin zahlreich am Mesenterium des Frosches und der Säugethiere, an der Pleura, an der über der radiären sowohl als auch über der circulären Sehnenfaserschichte des centrum tendineum des Zwerchfelles gelegenen Grundmembran und am Pericardium.

Fettzellengewebe findet sich in grösseren oder kleineren Gruppen am Mesenterium und am Pericardium; es findet sich an ersterem zumeist nur in den von der Wurzel des Mesenteriums zum Darme radiär verlaufenden grösseren Balken und ihren Theilungsästen, entsprechend der Verzweigung der grösseren Blutgefässe. Wie überall in bindegewebigen Organen finden sich auch hier zahlreiche zellige Gebilde zwischen den Fasern vertheilt; sie sind verästigte Zellen mit rundlichen Kernen, die durch viele einfache oder verästigte Protoplasmafortsätze ein dichtes Netz bilden, ferner grössere und kleinere, rundliche oder unregelmässige, granulirte Protoplasmaklumpen mit

je einem oder mehreren Kernen, dann spindelige granulirte Zellen mit rundlichen oder oblongen Kernen (häufig zwischen den mehr gestreckt verlaufenden Bindegewebsbündeln der mittleren Schichte — radiären und concentrischen Lage — des centrum tendineum, den tieferen Lagen der Intercostalpleura, dem äusseren Blatte des Pericardiums und der Dura mater); endlich kommen auch Wanderzellen vor. Das Gewebe des Peritoneums enthält bei vielen Wirbelthieren vereinzelte und netzartig angeordnete Bündel glatter Muskelfasern; besonders zahlreich finden sich dieselben am Mesenterium des Triton und des Frosches; weniger zahlreich sind sie bei Säugethieren vorhanden, doch giebt es auch bei diesen Stellen, wo ihre Menge zuweilen ganz beträchtlich ist, so zum Beispiel am Peritonealüberzuge des Magens vom Kaninchen.

Zum Studium der faserigen Elemente der serösen Häute eignen sich Schnitte von in Chromsäure gehärteten Objecten (Pleura [14] Diaphragma [15]) oder Flächenansichten von Stücken frischer oder vorher in doppelt Chromsaurem Kali eingelegter Objecte (Mesenterium, Pericardium). Zum Studium der zelligen Gebilde besitzen wir im Chlorgold ein ausgezeichnetes Mittel, doch lassen sich auch frische Präparate dazu verwenden.

C. Lymphgefässe.

Das Vorkommen von Saftkanälchen im Bindegewebe der serösen Membranen wurde von Dybkowsky, Schweigger-Seidel, Ludwig und Schweigger-Seidel in Abrede gestellt, nur Böhm fand sie an der Innenfläche der Dura mater; letzterer Forscher hält auch dem Ausspruche von Schweigger-Seidel [13], dass die Saftkanälchenzeichnung nur Artefacta in einer zwischen Endothel und Grundgewebe befindlichen Eiweissschichte-Kittsubstanz wären, die vollkommen richtige Thatsache entgegen, dass in einzelnen Fällen über der im Grundgewebe gelegenen Saftkanälchenzeichnung das Endothel in toto noch ganz gut sichtbar ist. Ich kann für alle von mir untersuchten serösen Häute: Mesenterium vom Triton, Frosch, Kaninchen, Meerschweinchen, Katze und Mensch, Peritoneum parietale vom Frosch Kaninchen und Mensch, Pericardium, Pleura und Centrum tendineum, sowohl an der Thorax-, als auch Abdominalseite vom Kaninchen, Meerschweinchen, Katze und Mensch, die von Recklinghausen gemachten Angaben über Saftkanälchen (siehe Abbildungen Fig. 57, u. 58 im VIII. Capitel) vollinhaltlich bestätigen.

Nach Dybkowsky besitzt die Pleura Costalis nur an jenen Theilen Lymphgefässe, welche einem Zwischenrippenraume und dem musc. sternocostalis anliegen; hier bilden die Lymphkapillaren dichte Netze, die in kleine klappentragende Stämmchen münden, welche an der Grenze des Intercostalraumes verlaufen. Die Kapillarnetze sind hauptsächlich in zwei Lagen angeordnet, die eine oberflächlich gelegene füllt die Lücken zwischen der Grundhaut aus, ihre Lichtungen sind von der Pleurahöhle nur durch das Endothel getrennt; die zwischen Endothel befindlichen Stomata führen direct in Lymphgefässe dieser Lage [19], die andere ist tiefer gelegen und von der ersteren durch Bindegewebs-

massen getrennt, deren Bündel parallel mit der Pleuraebene laufen; beide Lagen anastomosiren vielfach mit einander. Der den Rippen selbst anliegende Theil besitzt keinerlei Lymphgefässe. Das Mittelfell besitzt nur an jenen Stellen Lymphgefässe, wo sich zwischen seinen Blättern Fettgewebe einschiebt.

Am äusseren Blatte des Pericardium bilden die Lymphgefässcapillaren ein der inneren Oberfläche nahe gelegenes dichtes Netz, das von allen Seiten aus dem Grundgewebe Saftkanälchen aufnimmt. Am centrum tendineum des Kaninchens unterscheidet man nach Ludwig und Schweigger-Seidel ein System von breiten Lymphbahnen, welche zwischen der radiären Faserlage parallel neben einander verlaufend eingelagert und mit Endothel ausgekleidet sind; sie sind überdeckt von dem Grundhäutchen der Abdominalseite, das den Zwischenräumen der Spalten entsprechend aus stärkeren Balken besteht; von diesen letzteren gehen feinere Bälkchen ab, die über den Spalten selbst ein zierliches Maschenwerk bilden.[20]

Von diesen zum Lymphgefässsystem gehörigen Spalten führen Canäle gegen die Thoraxseite, wo sich zwischen Pleura und circulärer Schichte ein dichtes zierliches Lymphkapillarnetz befindet; dieses Netz ergiesst sich in klappenführende weite Lymphgefässe, die ebenfalls an der Thoraxseite gelegen sind.

Im hinteren Theile des centrum tendineum besitzen die Lymphkapillarnetze die grösste Entwickelung. Zu diesen von Ludwig und Schweigger-Seidel gemachten Angaben ist noch hinzuzufügen, dass beim Kaninchen, Menschen und bei der Katze, besonders aber beim Meerschweinchen durch die Versilberungsmethode an der Abdominal- und Thoraxseite im Grundhäutchen selbst ein reiches System von Saftkanälchen und mit Endothel ausgekleideter Lymphräume nachweisbar erscheint; an der Abdominalseite des centrum tendineum vom Meerschweinchen findet man, dass von den Balken des Grundhäutchens, in denen Blutgefässe und Nervenstämme zu erkennen sind, entsprechend der Blutgefässvertheilung kleinere Bälkchen ziemlich geradlinig abgehen und grosse weite mit Endothel ausgekleidete Räume zwischen sich fassen (siehe Fig. 58 dieses Buches).

Diese Lymphräume nehmen von ringsum die kurzen spaltenförmigen Saftkanälchen, so wie längere dünne Kanäle auf, die in den grösseren Balken neben Blutgefässen und Nervenstämmen verlaufen, zum Theil auch in der Adventitia der ersteren und der breiten Bindegewebsscheide der letzteren sich entwickeln.

Diese sehr breiten Lymphräume stehen mit den mit einem Endothel ausgekleideten zwischen der einfachen Lage des Sehnengewebes gelegenen Spalten in Verbindung.

Am Mesenterium liegen die grösseren Klappen führenden Lymphgefässe in den radiären von der Wurzel gegen den Darmrand des Mesenteriums verlaufenden Hauptbalken, sie nehmen von allen Seiten theils engere, theils weitere Lymphkapillaren auf, die sich (im Mesenterium vom Frosch) theils aus rundlichen oder oblongen mit Endothel bekleideten weiten Lymphseen ent-

wickeln, theils aus den Saftkanälchen selbst hervorgehen; die Lymphseen haben ihre Wurzeln in den rhombischen, sternförmigen oder spaltenähnlichen Saftkanälchen und liegen zwischen kleineren Bindegewebsbalken, welche zwischen den radiär gelegenen Hauptbalken ausgespannt sind und durch viele kleinere Zweigbündelchen bogenförmig mit einander anastomosiren.

Am Mesenterium des Frosches, sowie an der Abdominalseite des centrum tendineum vom Meerschweinchen kann man Blutgefässe und Nervenstämme stellenweise ganz deutlich in Lymphräumen eingebettet liegen sehen, an anderen Stellen jedoch werden sie von Lymphkapillaren, die zu beiden Seiten verlaufen, begleitet.

Zu erwähnen ist noch, dass an der adventitia sowohl der Blut-, als auch der grösseren klappenführenden Lymphgefässe des Mesenteriums vom Frosch (bei Silberpräparaten) eine prachtvolle Zeichnung auftritt, die mit der Saftkanälchenzeichnung die grösste Aehnlichkeit hat.

Zum Studium der Lymphgefässe der serösen Häute dient die Silberimpregnation an unabgepinselten, besser an abgepinselten Objecten, sowie die von der serösen Höhle aus gemachte Selbstinjection.

Das Nähere hierüber siehe in den betreffenden Arbeiten von Recklinghausen, Dybkowsky, Ludwig und Schweigger-Seidel.

D. Blutgefässe.

An der Pleura intercostalis und sternocostalis bilden die Blutcapillaren, wie Dybkowsky gezeigt hat; weite Maschen und schliessen sich mit ihren stärkeren Aestchen den Lymphgefässen an; die Capillaren der Pleura stehen in vielfacher Verbindung mit denen der Fascie bis zu den Muskeln. Die Pleura, die den Rippen anliegt, scheint häufig reichlicher mit Blutcapillaren versehen zu sein. Am parietalen Blatte des Pericardiums dringen die grösseren Blutgefässe von aussen her ein und lösen sich gegen die innere Fläche zu in ein ziemlich dichtes Capillarsystem auf.

Am Mesenterium zweigen sich von den grösseren radiär von der Wurzel gegen den Darm verlaufenden Gefässstämmen baumförmig die kleineren und kleinsten Gefässe ab und lösen sich nach der Seite in flächenhafter Ausbreitung in ein weitmaschiges Capillarsystem auf.

Am centrum tendineum des Kaninchens dringen nach Ludwig und Schweigger-Seidel die grossen Gefässe zumeist von der Thoraxseite her unter die Serosa ein, seltener von der Abdominalseite; die feineren Zweige dringen durch die sehnige Grundlage und gelangen bis an die zwischen der radiären Faserlage liegenden Spalten, an deren Rändern sie nicht durch ihre Adventitia, sondern durch ein über sie hinwegziehendes feines Häutchen angeheftet zu sein scheinen. Die Capillaren bilden im Grundhäutchen der Thorax- und der Abdominalseite weitmaschige Netze.

Die Blutgefässe der Dura mater sind nach Recklinghausen [21] und Bohm [22]

ausgezeichnet durch ein an der Aussenfläche liegendes venöses Netz, dessen Zweige unverhältnissmässig weit sind. Beim Hunde speciell fliessen die venösen Zweige zwischen Arterien zu grossen sinusartigen Räumen zusammen. BOHM hat diese venösen Netze von der Innenfläche der Dura mater aus sich füllen gesehen, woraus er auf eine offene Verbindung zwischen den Venen der Aussenfläche der Dura mater mit der cavitas serosa cranii schliesst.

Blutgefässe können bis in ihre feinsten Verzweigungen sowohl an Injections- als auch an Silber- und an Goldpräparaten studirt werden; letztere Präparationsmethode lässt in einzelnen Fällen die Injection ganz entbehren.

E. Nerven.

Die Nerven der serösen Häute sind nur wenig erforscht. Nach CYON[23] sind die in die Scheidewand zwischen Bauchhöhle und Cysterna lymphatica magna des Frosches eintretenden Nervenfasern doppelt contourirt, einzeln oder zu zwei bis drei in eine besondere Scheide vereinigt. Nach mehrfacher Theilung gehen sie in marklose Fasern über, in deren Verlauf bauchig hervorragende Kerne eingestreut sind.

An den Stellen, wo ein Nervenbündel wie auseinandergezogen erscheint finden sich auch breite kernhaltige Fasern, an denen die fibrilläre Structur deutlich zu erkennen ist.

Die einzelnen Fasern bilden nach vielfacher Kreuzung und, nachdem sie sich auch stellenweise um einander herumgewunden, ein Geflecht von meist rhombischen weiteren und engeren Maschen. CYON hält diese Netze nicht für terminal, sondern lässt die Nervenfasern im Gewebe frei auslaufen.

Im Mesenterium sind die eintretenden Stämme aus markhaltigen Fasern zusammengesetzt, sie begleiten einfach oder doppelt die grösseren Blutgefässe; sowohl die einzelnen Fasern, als auch die Stämme selbst haben einen ausgezeichnet geschlängelten Verlauf.

Die spärlich zur Seite abgehenden Aeste sind im weiteren Verlaufe aus einem oder zwei marklosen Fasern zusammengesetzt, die ebenfalls durch zahlreiche oblonge bauchige Kerne ausgezeichnet sind; schliesslich bilden die einzelnen marklosen Fasern ein aus rhombischen Maschen bestehendes Netz, das hauptsächlich in der Nähe und in der Adventitia der grösseren Blutgefässe (Frosch) selbst eng ist und in seinen Knotenpuncten oblonge Kerne zeigt.

Ueber grössere aus marklosen Fasern bestehende Stämme an der Serosa der Bauchseite des centrum tendineum bin ich nicht hinausgekommen; die Stämme sind ausgezeichnet durch knotige Anschwellungen und dadurch, dass sie ebenso wie stellenweise am Mesenterium in sehr schöner Weise jederseits durch einen ziemlich breiten Lymphraum vom angrenzenden Gewebe getrennt erscheinen.

Zur Untersuchung der Nerven ist die Silberimprägnation, mit grösserem Vortheile jedoch die bekannte Methode der Goldfärbung anwendbar.

Literaturverzeichniss.

1) R. Böhm. Experimentelle Studien über die Dura mater des Menschen und der Säugethiere. Virchow's Archiv. 47. Bd. II. Heft. S. 218 u. f.

2) Schweigger-Seidel und Dogiel. Ueber die Peritonealhöhle bei Fröschen und ihren Zusammhang mit dem Lymphgefässsystem. Arbeiten aus der physiologischen Anstalt zu Leipzig vom Jahre 1866. S. 68 u. f.

3) Dybkowsky. Ueber Aufsaugung und Absonderung der Pleurawand. Ebendaselbst. S. 40 u. f.

4) Ludwig und Schweigger-Seidel. Ueber das centrum tendineum des Zwerchfelles. Ebendaselbst. S. 174 u. f.

5) Schweigger-Seidel. Die Behandlung der thierischen Gewebe mit Argent. nitricum u. s. w. Ebendaselbst. S. 150 u. f.

6) Recklinghausen. Zur Fettresorption. Virchow's Archiv. Bd. 26. S. 172.

7) Schweigger-Seidel und Dogiel l. c.

8) Dybkowsky, l. c.

9) Böhm, l. c.

10) Siehe dieses Buch, Capitel VIII.

11) l. c.

12) Dybkowsky, l. c. Fig. 8. 20.

13) Ludwig und Schweigger-Seidel, l. c.

14) Dybkowsky, l. c.

15) Ludwig und Schweigger-Seidel, l. c.

16) Recklinghausen. Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe. Berlin 1862.

17) Siehe dieses Buch, Capitel VIII.

18) l. c.

19) Dybkowsky, l. c. Fig. 8.

20) Ludwig und Schweigger-Seidel, l. c. Fig. 3.

21) Die Lymphgefässe und ihre Beziehung zum Bindegewebe, l. c. S. 71.

22) l. c.

23) Cyon. Ueber die Nerven des Peritoneums. S. 106 u. f. Arbeiten aus der physiologischen Anstalt in Leipzig. III. Jahrgang 1868.

Capitel XXVIII.

Die Milchdrüse.

Von

C. Langer.

Die milchabsondernde Drüse, deren Gewebe in der Regel nur beim Weibe und nach vollendetem Puerperium vollständig ausgereift und functionstüchtig angetroffen wird, besitzt in diesem Zustande kolbig gestaltete Drüsenbläschen, welche an den Enden eines dendritisch ramificirten Gangwerks angebracht sind. Die 15—20 Ausführungsgänge öffnen sich als feine Röhrchen einzeln in der Brustwarze, nachdem sie im Bereiche des Warzenhofes weitere, je nach dem Abgange der Aeste verschieden gebuchtete Behälter dargestellt haben; sie schicken auch einzelne rückläufige Aeste unter die Areola, um das Secret der daselbst lagernden Drüsenklümpchen aufzunehmen. Doch kommt es vor, dass einzelne dieser Drüsenkörner eigene feine Ausführungsgänge an die Oberfläche entsenden, die sich im Bereiche des Warzenhofes auf kleinen Erhabenheiten, Nachbildungen der Brustwarze öffnen. (Glandulae aberrantes v. Montgomery.) Anastomosen der Astfolgen zweier Gänge dürften, wenn sie wirklich existiren, kein regelmässiger Befund sein und nur in der Nähe der Behälter vorkommen.

Die ganz dicht zusammengedrängten Endbläschen bilden kleine Läppchen, welche an der unteren Fläche und am Rande der Drüse paarweise auf einem gabelig getheilten Gangaste hängen, im Centrum der Drüse aber und unter dem Warzenhofe vereinzelte kleine Klümpchen darstellen, die häufig genug unmittelbar auf der Seitenwand eines grösseren Ganges sitzen. Diese kleinen Läppchen treten nie zu grösseren Lappen zusammen, auch lässt sich die ganze Drüse nie in grössere, den einzelnen Ausführungsgängen entsprechende Lappen zerlegen, weil das Drüsenstroma einen ungetheilten, festen bindegewebigen Körper darstellt, der sich nur peripherisch in lockeres Bindegewebe auflöst, um die daselbst befindlichen Drüsenläppchen einzuhüllen und von einander zu scheiden. Lamellöse Fortsätze des Stroma, die vom Rande

und von der oberen Fläche des Organs abgehen, vereinigen sich mit dem subcutanen Bindegewebe und bilden damit Nischen und Kapseln, in welche das die Drüse umgebende Fett aufgenommen ist. Der feste Drüsenkern steht daher nur an der Brustwarze mit der Haut in unmittelbarer Verbindung; hier und unter dem Warzenhofe fehlt das Fettgewebe, anstatt dessen sich eine mächtige Lage von glatten Muskelfasern vorfindet.

Der **Bau** der Ausführungsgänge ist sehr einfach; ihre Wände bestehen nämlich aus einem feinfaserigen Bindegewebe, dessen Fibrillen sich aussen dichter und kreisförmig ordnen, ganz nach aussen aber mit vielen elastischen Fasern durchflochten zeigen. Ein eigenes Muskelsystem besitzen sie nicht; ihr Epithel besteht aus kleinen cylindrischen Zellen. Nicht gefüllte grössere Gänge collabiren, wobei sich die dünnen Wände in longitudinale Falten ordnen, und erscheinen daher im Querschnitte in sternähnlichen, gebuchteten Figuren.

In den Drüsenbläschen findet sich ebenfalls nur ein einschichtiges Epithel, welches in den Kuppen aus kleineren polyedrischen Zellen zusammengesetzt ist; an den Ausgängen aber sind die Zellen etwas höher und begrenzen ein mitunter sehr enges Lumen. Den ganzen Hohlraum der Kolben erfüllen Fetttröpfchen die anatomischen Bestandtheile der Milch. Obgleich sich der Inhalt der Bläschen leicht entfernen lässt, so bleiben immer noch viele Fetttröpfchen, an dem Epithel haften, und einzelne findet man, welche sogar zwischen den Kernen des Epithels eingereiht liegen. Bei Wöchnerinnen, die bald nach der Entbindung gestorben sind, enthalten die Drüsenbläschen nur sparsame Milchkügelchen, welche mitten zwischen den dicht zusammengedrängten Epithelzellen eingetragen sind. Wird durch ätherische Oele das Fett aus dem Inhalte der Drüsenbläschen ausgezogen, so bildet sich aus der geronnenen Käsesubstanz ein Netzwerk, welches den Acinus nach allen Richtungen durchzieht, mit Lücken, welche den zerstörten Fettbläschen entsprechen.

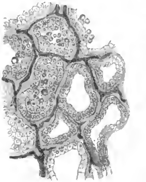


Fig. 205. Durchschnitt durch die Endbläschen der Drüse einer Amme, mit Blutgefässen. Syst. 8. Hartnack.

Ein anderes Wandelement der Drüsenbläschen besteht aus reticulärem Bindegewebe. Die zelligen mit Kernen und Fortsätzen ausgestatteten Bestandtheile desselben bilden nämlich ein Körbchen, welches den Acinus begrenzt und nach Entfernung des Epithels sichtbar wird; es sind das Strukturelemente, welche bereits in den Thränen- und Speicheldrüsen nachgewiesen sind (Boll[1]). Der Zusammenhang dieses Netzes mit den interalveolaren Balken lässt sich leicht darthun, dagegen konnte ich das Abgehen von Ausläufern an oder zwischen

[1]) M. Schultze's Archiv. V. p. 334.

die Epithelzellen nicht mit Sicherheit constatiren; auch muss ich unentschieden lassen, in welchen Beziehungen zu diesem Netze die anscheinend ganz strukturlose Membran steht, welche sich durch Maceration der Läppchen ersichtlich machen lässt.

Die grossen Gefässe der Drüse verlaufen alle im subcutanen Bindegewebe; nur kleinere Zweige gehen durch die untere Fläche des Organs. Im Verlaufe gegen die Warze besorgen die grösseren Röhren Zweige, welche da und dort in das Drüsenparenchym eindringen, aber auch Zweigchen, welche zur Cutis gehen. Auch die letzten Ausläufer dieser Röhren, welche bis in die Basis der Warze vorgedrungen sind, geben noch auf- und absteigende Zweigchen ab. Die Parenchymzweige schliessen sich nicht immer genau an die Gänge an und vertheilen sich meist unabhängig von denselben, woher es kommt, dass selbst die kleinen Drüsenläppchen ihre Gefässe allenthalben von ihrer Peripherie abgeben und aufnehmen. Die Capillaren der kleinen Läppchen formen sich zu einem Netze dreier Dimensionen, in dessen rundliche oder eckige Maschen die Drüsenbläschen eingeschoben sind; man findet sie daher in Durchschnitts-Lamellen in den schmalen interalveolaren Balken untergebracht. Es lässt sich leicht constatiren, dass das Capillarnetz jedes einzelnen Läppchens ein in sich geschlossenes Ganze darstellt und nur durch die kleinen Arterien und Venen mit dem der benachbarten Läppchen communicirt. Es haben auch die Gänge ihre eigenen von dem System des Stroma geschiedenen Capillaren; es sind das feine Röhrchen, welche in längliche Maschen zusammentreten, und die grossen Gänge der Warze als ein ziemlich dichtes, doch wieder nur feines Netzwerk umspinnen. Schwellnetzartige Formationen kommen daher in der Warze nicht vor, denn auch die Gefässe ihres Stroma und der Muskelbänder zeigen kein ungewöhnliches Kaliber. Die capillaren Schlingen des Papillarkörpers gehen ebenfalls von besonderen Stämmchen ab, welche dicht unter dem Papillarkörper liegen und daselbst als Bogenstücke streckenweise fortlaufen. Die Venen der Brustwarze bilden unter dem Warzenhofe eine ringförmige Anastomosenkette, den bekannten Circulus Halleri. — Ueber die Lymphgefässe und den terminalen Nervenapparat der Brustdrüse ist bis jetzt noch nichts bekannt geworden.

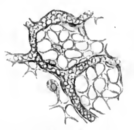


Fig. 206. Reticulares Bindegewebe aus der Wand zweier Drüsenbläschen, anscheinend mit einer Epithelzelle in Verbindung. Syst. 9. Immersion. Hartnack.

Die erste Anlage der Drüse fällt vielleicht schon in den dritten Monat des Intrauterin-Lebens; dennoch aber finden sich beim Neugebornen in der Regel blos die Hauptgänge vor, an welchen als Andeutung einer Verzweigung zwei auch mehr kolbige Anhänge wahrzunehmen sind. Sollte auch die Ast-

bildung weiter fortgeschritten sein, so fehlen doch immer die Endbläschen, selbst in jenen Fällen, wo ein Secret ausgeschieden wird; dann finden sich zahlreiche erweiterte und eng zusammengeschobene Buchten, welche der Drüse das Ansehen einer Gruppe von Talgdrüsen geben.

Die Vermehrung des Gangwerkes nimmt bis in die Pubertätsjahre, auch bei Mädchen nur langsam zu; erst dann beginnt ein rascheres Wachsthum, dessen Erfolge sich aber nur bei Mädchen fixiren, während bei Knaben möglicher Weise wieder ein Rückgang Platz greifen kann. Bei Männern nämlich finden sich in der Regel nur die Hauptgänge mit einigen, wenig vertheilten Ansatzkolben; doch gibt es auch Fälle, wo die Drüsen bis zur Grösse einer Wallnuss angewachsen ein vielfach ramificirtes Gangwerk enthalten, von Formen, wie solche bei Mädchen vor dem Eintritte der Geschlechtsreife vorkommen.

Eigentliche Drüsenbläschen als letzte Enden eines bereits vielfach ramificirten Gangwerks finden sich nur bei geschlechtsreifen Mädchen. Die Drüse zeigt in diesem Lebensalter in der Regel bereits den traubig acinösen Bau, aber die Läppchen sind wenig voluminös, weit von einander abstehend, das Gangwerk eng und die Bläschen klein, mehr cylindrisch als kolbig geformt. Den Inhalt des ganzen jungfräulichen Gangwerkes bilden Zellenmassen, welche in den Enden dicht gehäuft einen soliden Kern darstellen, in den Gängen aber, die bereits wegsam sind, die Wände in einfacher Schicht bekleiden. Als Bestandtheil der Wände grösserer Gänge findet sich ein feinfaseriges Bindegewebe, als Begrenzungsschicht kleinerer Gänge aber zeigt sich eine Lage von hyalinem, stark quellbarem Bindegewebe, welche sich gegen das Stroma durch eine Reihe schmaler spindelförmiger Körperchen abgrenzt. An den letzten Enden erscheint diese Lage noch dicker und bildet in Durchschnitten breit aufgequollene Halonen, welche mit ihren äusseren, scharfen Contouren eng aneinander schliessen, während ihr innerer Contour feine Einschnitte zwischen wulstigen Falten zeigt, die offenbar aber nur als eine Quellungserscheinung zu deuten sind.

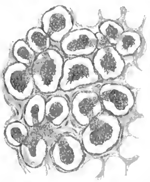


Fig. 207. Drüsenbläschen einer Jungfrau, in Durchschnitten mit stark aufgequollenen Halonen. Syst. 8.

Das Stroma der sich entwickelnden Drüse besteht aus sehnigen mit vereinzelten spindeligen Körperchen besetzten Bindegewebsbündeln, welche so innig mit einander verflochten sind, dass ein untheilbarer, kautschukartig derber Körper zu Stande kommt, mit zahlreichen Kanälchen zum Durchtritt des Gangwerks und der grösseren Gefässe. Netzartig verflochtene Capillaren durchziehen allenthalben das compacte Gewebe, wenden sich aber in grösseren Mengen gegen die Gänge. Die stumpfen Enden der noch wach-

senden Gänge werden nämlich von einem ganzen Bündel von Gefässen umgriffen, die daselbst auseinander weichen und den Gang, eng an ihn angeschlossen, eine Strecke weit begleiten. Die Gefässe bilden daher in diesem Falle faserige Anhänge, welche offenbar auch die Wachsthumsrichtung des Gangwerkes vorzeichnen; fertige Läppchen dagegen werden von einem Netzwerk von Capillaren umgeben und durchzogen.

Unter den Capillaren des Stroma finden sich nicht wenige, die reichlich mit Kernen ausgestattet sind; auch sieht man von einzelnen sehr feine Fäden abgehen, die kaum noch wegsam sind und offenbar in der Bildung begriffene Capillaren darstellen. Auch kleine, aus zwei bis drei markhaltigen Fibrillen bestehende Nerven konnte ich unterscheiden; ich sah Fibrillen, die sich isolirten und gabelig theilten. Im Inneren des von den stumpfen Enden der Gangäste abgehenden Gefässbündels bemerkte ich auch einen oder den anderen Faden, der sich nicht weiter verfolgen liess und an der Grenze der hyalinen Schicht zu endigen schien. Ob auch dies Nervenfibrillen waren, liess sich nicht ermitteln.


Fig. 208. Endknospen der Gänge eines 14 Jahre alten Mädchens, mit den Gefässen. System 4. Hartnack.

Nach Allem lässt sich daher der Bildungsvorgang des Drüsenelements formell als eine stetig fortschreitende Knospung bezeichnen; auch dürfte kaum zu bezweifeln sein, dass derselbe wesentlich zunächst auf einer Wucherung der Epithelien beruht; sicher ist auch, dass in dem Maasse, als das Gangwerk zur Bildung der Drüsenbläschen fortschreitet, das dazwischen liegende derbe Stroma sich nach und nach lockert und vermindert, doch dürfte der ursächliche Zusammenhang dieser beiden Vorgänge histologisch noch kaum definirbar sein. Bemerkenswerth ist auch noch das mit der Entstehung der Drüsenbläschen gleichzeitige Auftreten von Fettzellen im Stroma, welche bei diesem Processe gewissermaassen als Nebenprodukt abgeschieden werden.

Die Vorbereitungen zur Uebernahme der Funktion während der **Schwangerschaft** machen sich zunächst in einer Vergrösserung der secernirenden Oberfläche bemerkbar; die Bläschen werden weiter, wie auch das andere Gangwerk, die hyaline Grenzschicht wird dünner, es erscheinen im Inneren Fettbläschen, anfangs nur einzeln und mitten in dem Zellenklumpen, endlich in solchen Mengen, dass sie das ganze mittlerweile bedeutend erweiterte und kolbig aufgebauchte Endbläschen erfüllen und das Epithel ganz an die Wand verdrängen konnten. Das interlobuläre Bindegewebe lockert sich dabei immer mehr und nimmt immer mehr Fett in sich auf, der derbe Theil des Stroma verkleinert

sich, verschwindet aber nicht immer vollständig, weil sich auch bei der Amme im Centrum des Organs noch ein fester Kern auffinden lässt. Da diese Vorgänge nicht gleichzeitig in allen Drüsenpartien fortschreiten, so hat man bei Wöchnerinnen, die kurze Zeit nach der Entbindung sterben, Gelegenheit noch manche Uebergänge in den Bildungsformen der Endbläschen zu beobachten.

Dass die Fettkörperchen, die anatomischen Bestandtheile der Milch aus dem Epithel der Drüsenbläschen hervorgehen, ist nicht zu bezweifeln; es spricht dafür schon der Umstand, dass die zuerst entstehenden Fettblässchen gerade in der Mitte der Epithelmasse auftreten, dann das Vorkommen von kugeligen durch Fettbläschen ausgedehnten Zellen mit Kernen in der Erstlingsmilch (Colostrum); es gelingt aber auch bei Ammen in den Zellen der Acini, nicht nur in den isolirten, sondern auch in eingereihten Zellen Fettbläschen aufzufinden. Ich habe Zellen gefunden, mit mehreren kleinen Fetttröpfchen, andere mit einem Kern, der sich halbmondförmig um einen grösseren Fetttropfen herumgelegt hat. In eingereihten Zellen mit grösseren Fettbläschen zeigt sich das letztere gegen den Hohlraum, der Kern aber gegen die Wand des Acinus gewendet. Hieraus erklärt sich, warum die Wände entleerter Acini häufig genug doch noch mit Fettblasen besetzt erscheinen. Offenbar bersten die so ausgedehnten Epithelzellen und lassen den Fetttropfen austreten. Fraglich ist, ob die Epithelzelle dabei zu Grunde geht und gleich durch eine andere ersetzt wird, oder wiederholt Milchkügelchen zu produciren im Stande ist. Letzteres dürfte das Richtige sein, und stimmt überein mit den Beobachtungen von S. Stricker [1], denen zufolge auch die bereits abgestossenen in der frischen Milch schwimmenden Collostrum-Zellen Fettkügelchen ausstossen.

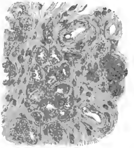


Fig. 209. Endbläschen und Stroma aus der Drüse einer Amme, welche nach einer drei Wochen dauernden Krankheit gestorben ist. Syst. 8.

Die Involution des Parenchyms scheint alsbald wieder zu beginnen, wenn die Drüse nicht länger mehr zum Stillen angehalten wird. Ich habe bei einer Amme, welche nach einer drei Wochen dauernden Krankheit gestorben ist, die Drüsenläppchen bereits geschrumpft und verdichtet und wieder durch breitere, aber fettarme bindegewebige Septa geschieden gefunden. Die Drüsenbläschen sind klein geworden, enthielten keine Fetttröpfchen mehr, die Epithelzellen lagen bald in einem regellosen Haufen, bald an der Wand vertheilt; immerhin aber waren die Gänge bis in die Endbläschen noch für Injectionsmassen wegsam. Die grössten Gänge enthielten eine bräunliche mit Fettbläschen untermischte zähe Substanz. Ganz das gleiche zeigte die Drüse eines Hundes drei Wochen nach dem Puerperium.

Diese Beschaffenheit des Drüsenparenchyms habe ich auch bei einer noch

1) Wiener, akad. Berichte. B. 53. Abth. II. pag. 184.

kräftigen Frau angetroffen, welche bereits vor längerer Zeit geboren hatte; sie dürfte daher als der Ruhezustand des Organs zu betrachten sein. Immerhin aber wäre es möglich, das die Involution in manchen Fällen und manchen Partien der Drüse noch weiter fortschreiten könnte, da ich in der Drüse derselben Frau um einzelne weite Gänge zahlreiche doch kurze Buchtungen eng zusammengedrängt angetroffen habe. Ueberhaupt dürften kleine Endsprossen, darunter auch Acini, wenn sie auf erweiterten Gängen haften, vorausgegangene Puerperien anzeigen. So viel ist sicher, dass sich bei gesunden nicht entkräfteten Frauen auch die Drüsenbläschen conserviren, mitunter in Formen wie bei Jungfrauen, doch fehlen ihnen die hyalinen Hüllen.

Ein vollständiger Schwund der Drüsenbläschen tritt erst in den climacterischen Jahren ein; es fehlt dann aber auch vollständig das derbe fibröse Stroma. Der Drüsenkörper ist collabirt und bildet eine membranartig verdünnte Scheibe, welche an der Brustwarze haftet und beiderseits von Fettlagen eingehüllt ist. In dem Drüsenreste findet sich nur mehr das Gangwerk, welches jedoch noch feine Aestchen enthalten kann, die sich als intralobuläre bezeichnen lassen. Diese letzten Ausläufer des Gangwerkes stellen anscheinend cylindrische blind endigende Fortsätze dar, ohne weitere Anhänge, sind ganz dünnwandig, meist collabirt, im Durchschnitt daher spaltenförmig geöffnet, mit einem niedrigen einschichtigen Wandepithel bekleidet. Die nichts weniger als verengten Gänge werden durch lockeres fadiges Bindegewebe zusammengehalten, in welchem aber auffallend grosse Mengen von elastischem Gewebe zu finden sind; auch kommen darin viele reihenweise zu Schnürchen geordnete Fettzellen vor.

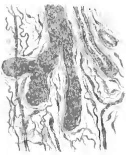


Fig. 210. Aus der Drüse einer 90 Jahre alten Greisin. Enden des Gangwerks, zum Theil in Durchschnitten; das Stroma mit einigen Capillaren und vielen elastischen Fasern. Syst. 8.

Zur Untersuchung des gröberen Gangwerkes verwende man Corrosions- überhaupt Injectionspräparate. Mitunter gelingen die Injectionen jugendlicher Drüsen so gut, dass man auch dieses Gangwerk bis an die letzten Ausläufer verfolgen kann. In Weingeist gehärtete oder in Holzessig gekochte Drüsen eignen sich ganz gut, um die Knospung der jungen Gänge, ihren Bau und das Stroma kennen zu lernen. An Holzessigpräparaten lässt sich auch die Anordnung der Muskulatur und des Papillarkörpers der Brustwarze leicht untersuchen. Instruktive Präparate zur Untersuchung der Epithelien in den Endbläschen liefern Objecte, welche in chromsaurem Kali oder absolutem Alkohol gehärtet sind; Färbung der Lamellen mit Karmin macht die Epithelien auch in ihren feineren Contouren erkennbar, und Hyperosmium-Säure färbt in den Zellen die kleinsten Fetttröpfchen. Die Injektion der Blutgefässe selbst amputirter Drüsen gelingt meistens, wenn man sich des Hering'schen Apparats und leicht flüssiger Injektionsstoffe bedient.

Literatur.

RUDOLFI, Bemerkungen über den Bau der Brüste, in den Abhdl. der Berliner Akad. 1831.

COOPER, A., Anatomy of the breast. 1839.

LANGER, C., Ueber den Bau und die Entwickelung der Milchdrüse, in den Denkschr. d. Wien. Akad. 1851.

LUSCHKA, H., zur Anat. der männlichen Brustdrüse. MÜLLER's Archiv 1852.

BILLROTH, TH., Untersuchungen über den feineren Bau und Entwicklung der Brustdrüsengeschwülste. VIRCHOW's Archiv 1860.

GRUBER, W., Ueber die männliche Brustdrüse in den Mémoires der Petersburger Akad. 1866; wo sich die bekannten Fälle von Gynaecomastie vollzählig verzeichnet finden.

Capitel XXIX.

Die äusseren männlichen und weiblichen Genitalien sammt drüsigen Anhängen.

Von

E. Klein.

A) Männliche.

I. Vas deferens. Das Vas deferens ist ein an Muskelfasern reiches Gebilde, das den Ausführungsgängen der grösseren drüsigen Gebilde in vielen Stücken gleicht. Es besteht aus einer Schleimhaut, einer Muskelhaut, und einer äusseren lockeren Bindegewebshülle — Adventitia.

Die Schleimhaut ist an ihrer inneren Oberfläche mit einem Epithelium bekleidet, das beim Erwachsenen und noch mehr beim neugebornen Kinde manchen Veränderungen unterliegt. Im Anfangstheile des Vas deferens vom Erwachsenen ist es zumeist ein einschichtiges flimmerndes Cylinderepithel. Die einzelnen Zellen sind theils kegelförmig, theils cylindrisch, etwa 0,03 Mm. lang und besitzen je einen rundlichen oder oblongen Kern mit deutlichem Kernkörperchen. Seltener finden sich hier zwischen den kegelförmigen Zellen noch spindelige eingeschoben, so dass ein geschichtetes Cylinderepithel entsteht. Die kegelförmigen Zellen sind sowohl dort, wo das Epithel einschichtig, als wo es geschichtet ist, mit sehr kurzen feinen Cilien besetzt.

Die Grenze, an welcher die obersten Zellen ihre Flimmerhaare verlieren, ist verschieden; sie ist nicht für die ganze Peripherie dieselbe und sind die flimmernden Zellen nach meinen Erfahrungen in der Entfernung von 4 Cm. über dem Nebenhoden gewiss nirgends mehr zu finden.

Beim Erwachsenen bleibt sich das Epithel im weiteren Verlaufe ziemlich gleich, nur ist an sehr vielen Zellen ein gestreifter Basalsaum deutlich zu erkennen. Beim Kinde besteht eine grosse Differenz zwischen dem Epithel des extra- und intraabdominalen Theiles des vas deferens. In jenem ist das Epithel zumeist geschichtet, und zwar, in der Weise, dass auf eine oberflächliche aus kurzen cylindrischen Zellen gebildete Lage noch eine oder zwei Schichten polyedrischer und rundlicher Zellen folgen. Alle Zellen, sowohl

die obersten, als auch die tieferen besitzen je einen relativ grossen zumeist rundlichen Kern. In dem Theile des Vas deferens jedoch, der in der Bauchhöhle gelegen ist, ist die Formation des Epithels der des Erwachsenen ähnlich; hier finden sich schöne langgestreckte kegelförmige und cylindrische Zellen mit Stäbchensaum. Die Zellen sind entweder in einfacher Lage angeordnet oder, was häufiger ist, es schieben sich von aussen her noch spindelige Zellen ein. Die Dicke des Epithels beträgt beim Neugeborenen in dem ausserhalb der Bauchhöhle gelegenen Stücke fast 0,02 Mm., in dem innerhalb der Bauchhöhle gelegenen 0,03 Mm. Gegen die Ampullen des Vas deferens nimmt das Epithel in seiner Stärke nur wenig zu.

Die auf das Epithel folgende Mucosa ist in zwei bis drei longitudinale Falten gelegt, welche in der Ampulle und ihrer Umgebung eine besondere Höhe erreichen und auch zahlreicher vorhanden sind. Hier werden sie noch durch einzelne quere Fältchen mit einander verbunden, so dass grubige Vertiefungen zu Stande kommen, die von einzelnen Forschern (HENLE, LEYDIG) als Drüsen beschrieben werden. Die Elemente der mucosa sind Bindegewebe und elastische Fasern. Ersteres besteht aus sich durchkreuzenden Faserbündeln, die im äusseren Theile der mucosa praevalirend horizontal verlaufen und sich gegen das Epithel in schiefer Richtung theils nach auf-, theils nach abwärts verlieren.

Die elastischen Fasern bilden ziemlich dichte Netze, welche ebenso, wie die Bindegewebsbündel der Mucosa nach aussen mit den Septis der Muskelbündel und durch diese Septa noch weiter mit der lockeren Adventitiæ zusammenhängen.

Die Dicke der Schleimhautschichte hängt von der Dicke der Muskelhaut ab, zu welcher sie im umgekehrten Verhältnisse steht. Diese letztere ist nämlich, mit Ausnahme des Anfangstheiles des Vas deferens überwiegend nur in zwei auf einander senkrechten Lagen angeordnet, — einer inneren circulären und einer äusseren longitudinalen Muskelschichte. Beide bestehen nur aus glatten Muskelfasern. Am Anfangstheile jedoch bis auf eine Entfernung von 2 Cm. vom Nebenhoden findet sich noch constant eine innere longitudinale Schichte; sonst ist diese nur durch einzelne innerhalb der circulären Schichte liegende Bündel vertreten.

Beim Erwachsenen beträgt die Dicke dieser inneren longitudinalen Schichte 0,06 bis 0,1 Mm. Die Dicke der mittleren circulären Schichte nimmt vom Anfange des Vas deferens gegen die Ampulle allmählich ab.

An der Ampulle erreicht sie wieder die frühere Stärke. Auch die äussere Muskelschichte ist am Anfangstheile stärker als im weiteren Verlaufe; sie beträgt hier ungefähr 0,5 Mm. Schwächer als beim Erwachsenen sind die Muskelschichten beim neugeborenen Kinde. Uebrigens dringen überall, wo noch eine innere, longitudinale Schichte vorhanden ist, zerstreute Bündelchen glatter Muskelfasern in schiefer und longitudinaler Richtung in die Mucosa ein und sind solche noch ganz nahe unter dem Epithel anzutreffen. Ausserdem

durchkreuzen sich die äussersten Bündel der circulären Schichte mit den Bündeln der longitudinalen Schichte an vielen Stellen; besonders ausgesprochen ist dieses Verhältniss an der Ampulle und dem angrenzenden Theile. Hier dringen viele Bündel der äusseren longitudinalen Schichte zwischen die der circulären ein, um nach einem schiefen Verlaufe in der letzteren zu endigen.

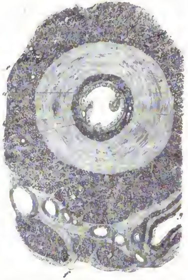


Fig. 244. Querschnitt durch den Anfangstheil des Vas deferens vom Erwachsenen. *a* Epithel; *b* Mucosa; *c* innere, *d* mittlere, *e* äussere Muskelschichte; *f* Bündel des Cremaster internus; *g* ein venöses Gefäss mit Muskeln in der Wand. Vergrösserung: Hartnak Obj. System 2, Ocular 3.

In der Adventitia des Vas deferens liegen nach der einen Seite fast in einem Halbkreise grössere und kleinere, näher oder weiter von einander entfernte Bündel longitudinal verlaufender glatter Muskelfasern, welche von Henle als Cremaster internus bezeichnet werden. Diese Muskelbündel liegen an vielen Stellen der äusseren Muskelschichte des Vas deferens ganz dicht an, so dass an eine Trennung beider nicht zu denken ist.

Am stärksten entwickelt ist der Cremaster internus am Anfangstheile des Vas deferens und nimmt von hier angefangen bis zu dem Eintritte desselben in die Bauchhöhle fortwährend an Dicke ab, an Ausbreitungsareale jedoch zu, indem man vereinzelte Bündel longitudinal verlaufender glatter Muskelfasern an der ganzen Peripherie in der Adventitia auffinden kann.

Die Nervenstämme bilden einen ziemlich dichten Plexus — Plexus spermaticus — welcher in der Adventitia an der dem Cremaster internus abgewendeten Seite gelegen ist. Die Nervenfasern, aus denen die Stämme bestehen, sind durchgehends markhaltig. Die Scheide schickt gewöhnlich gegen das Innere des Nervenstammes Bindegewebsbalken, welche die Nervenfasern zu zwei oder drei Bündeln abtrennen. Es entsprechen diese Bündel vielleicht nur den verschiedenartigen Quellen, aus welchen die Nervenstämme ihre Fasern beziehen, indem bekanntlich die in den Plexus spermaticus eingehenden Nerven aus den Nervi spermatici und dem Nervus sympathicus herkommen. Aus dem Plexus spermaticus treten einzelne kleinere Nervenstämme ab, dringen in die Muskelschichten und in die Mucosa des Vas deferens ein, allwo sie als markhaltige Fasern zu verfolgen sind.

In den oberen Theilen des Vas deferens finden sich sowohl in den Nervenstämmen des Plexus spermaticus, als auch in den weiter nach aussen gelegenen ganz vereinzelt verlaufenden Nervenstämmen kleine Ganglienzellen

eingestreut. In der Nähe der Ampullen finden sich jedoch bereits vollkommene Ganglienknoten. Diese letzteren sind rundlich oder oblong und besitzen einen Durchmesser von etwa 0,35 Mm.

Die Scheide des Ganglienknotens besteht aus gewöhnlichem fibrillären Bindegewebe mit eingestreuten Spindelzellen. Von der Peripherie her dringen in das Innere des Knotens einzelne Fasern ein, welche mit einem durch den Knoten ausgespannten Zellennetze in Verbindung stehen. Die Ganglienzellen, die sich in dem Knoten befinden, sind klein, mit zwei und mehreren Fortsätzen versehen und besitzen einen relativ grossen scharf begrenzten hellen Kern mit deutlichem Kernkörperchen. Jede Ganglienzelle liegt in einer kernhaltigen Kapsel, welche ebenso wie an anderen Orten als bindegewebige Hülle auf die mit den Ganglienzellen in Verbindung stehenden Nervenfasern sich fortsetzt.

Das erwähnte netzförmige Gefüge im Inneren des Ganglions trägt nur beim neugeborenen Kinde deutliche kernhaltige granulirte Zellen in seinen Knotenpunkten.

An der Ampulle selbst und im weiteren Verlaufe des Vas deferens finden sich in den Ganglienknoten neben kleinen 0,0014 Mm. im Durchmesser haltenden auch zahlreiche 0,03 Mm. grosse Ganglienzellen. Beide Formen besitzen eine kernhaltige Kapsel.

Nach aussen von den zumeist nur an einer Seite des Vas deferens gelegenen Nervenplexus findet sich das unter dem Namen des Plexus pampiniformis bekannte Venengeflecht, sowie einzelne kleinere arterielle Gefässstämme. Dieses Gefässsystem hängt mit den eigentlichen Gefässen des Vas deferens zusammen und sind besonders die reichen Capillarmaschen der Muskelhaut als auch die subepithelialen Netze der Mucosa erwähnenswerth.

An den kleineren Venen des Plexus pampiniformis ist die Dicke der Wände auffällig, ferner ihre deutliche Sonderung in drei Schichten: in eine innere, elastische Fasern und vereinzelte longitudinal verlaufende Muskelbündel enthaltende, dann eine mittlere, zumeist aus circulären Muskeln bestehende Schichte und endlich eine äussere lockere, longitudinale Muskelbündel enthaltende Adventitia.

Noch weiter nach aussen an der dem Cremaster internus abgewendeten Seite trifft man im Samenstrange kleinere zu einer Schichte zusammenhängende longitudinal verlaufende glatte Muskelfasern an; die man füglich unter dem Namen Cremaster medius zusammenfassen könnte. Der Samenstrang ist reich an dünnwandigen weiten Lymphgefässen; sie bilden deutliche Plexus in der Gefäss- und Nervenschichte und lassen sich einzelne Lymphgefässe auch noch ganz nahe bei der Muscularis des Vas deferens erkennen.

Ausser den erwähnten Gebilden liegt im Anfangstheile des Samenstranges der unter dem Namen Parepididymis oder Giraldés'sches Organ bekannte Körper, der nur aus Schläuchen zusammengesetzt ist. Die Schläuche sind mit einem Cylinderepithel ausgekleidet, welches sich in nichts von dem des Vas

deferens unterscheidet. Die darauf folgende Schleimhaut ist locker, sehr faltenreich, welche Falten an einzelnen Stellen drüsenartigen Einstülpungen gleichen. In der Schleimhaut finden sich auch hier zu Maschen vereinigte Bindegewebsbündel und elastische Fasern. Allenthalben trifft man auf kleinere Bündel circulär verlaufender glatter Muskelfasern.

Die Schleimhaut wird aussen von einem ziemlich dichten Venengeflechte umgeben.

Das Vas deferens findet sich bei allen Säugern, Vögeln, beschuppten Reptilien und Selachiern, und enthält immer eine deutliche Musculatur. Nach LEYDIG ist das Vas deferens der Säugethiere an dem unteren erweiterten Ende — Ampulle — drüsenreich, das Vas deferens der Vögel, Saurier und Schlangen entbehrt der Drüsen vollkommen. Als Drüsen werden bei obigen Thieren wahrscheinlich dieselben grubigen Vertiefungen der Schleimhaut wie beim Menschen aufgefasst. Der gemeinsame Harnsamengang der Batrachier enthält in seinem unteren Theile ebenfalls glatte Muskelfasern (LEYDIG).

II. Vesiculae seminales. An den Samenbläschen finden sich mit einigen Modificationen fast alle Theile wieder, die wir am Vas deferens kennen gelernt haben. Die Schleimhaut ist in zahlreiche, ungleich hohe Falten gelegt, welche Falten nicht immer der Längsachse nach verlaufen, sondern stellenweise auch quer vorspringende Leisten vorstellen. Dadurch kommen die von HENLE als Drüsen bezeichneten grubigen Vertiefungen zu Stande. Das Epithel ist ebenso wie am Vas deferens ein cylindrisches; die einzelnen kegelförmigen oder cylindrischen Zellen sind mit einem deutlichen Stäbchensaume versehen, der besonders beim neugeborenen Kinde kurzen feinen Cilien vollkommen ähnlich sieht.

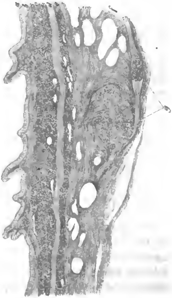


Fig. 212. Querschnitt durch die Wand eines Samenbläschens vom Kinde. *a* Epithel; *b* Mucosa; *c* innere, *d* mittlere, *e* äussere Muskelschichte; *f* Adventitia; *g* Ganglien. Vergrösserung: Hartnak Obj. System 4. Ocular 3.

Die Dicke der Schleimhaut beträgt 0,04 Mm., in dieselbe dringen überall, selbst bis in die Falten einzelne kleinere Muskelbündelchen ein.

Die Muscularis besteht meistens aus drei Schichten, einer inneren longitudinalen, einer mittleren circulären und einer äusseren longitudinal verlaufenden Schichte. Die innere ist die stärkste; die mittlere und äussere sind nahezu gleich dick. Beim neugeborenen Kinde beträgt die Dicke der inneren und mittleren Schichte 0,12 Mm., die der äusseren 0,03 Mm. Ausser-

halb der Muscularis findet sich auch hier eine an Gefäss- und Nervenplexus reiche Adventitia. Die in dem Nervenplexus eingeschalteten Ganglienknoten erreichen an den Vesiculae seminales ihre grösste Ausbildung, sie enthalten neben zahlreichen grossen einkernigen, zuweilen auch zweikernige Ganglienzellen. Die Samenblasen der Säugethiere sind nach Leydig drüsige Apparate; sie besitzen nach demselben entweder dicht stehende traubige Drüsen oder sind nach dem Typus einer einzigen traubigen Drüse gebaut.

III. Ductus ejaculatorii. An diesen unterscheidet man ein 0,014 Mm. hohes Cylinderepithel, welches im Anfangstheile einschichtig ist. Je näher die Ductus ejaculatorii der Vesicula prostatica kommen, desto rascher geht das erwähnte cylindrische Epithel in ein Uebergangsepithel über; man findet nämlich unterhalb einer oberflächlichen, aus kurzen cylindrischen oder keulenförmigen Zellen bestehenden Lage noch kleinere, fast polyëdrische oder wenig in die Länge gezogene Zellen. In die Mündung der Ductus ejaculatorii setzt sich das geschichtete Pflasterepithel der Vesicula prostatica eine kurze Strecke fort. Die Oberfläche der Schleimhaut ist auch hier uneben, mit longitudinalen und quer vorspringenden Falten besetzt; diese letzteren nehmen bis nahe zur Mündung der Ductus ejaculatorii an Zahl und Grösse zu. Die Schleimhaut ist 0,06 Mm. dick und besteht aus Bindegewebe, das praevalirend als ein zur Längsachse parallel gestelltes Maschenwerk angeordnet ist. In der Schleimhaut finden sich der Längsachse parallel verlaufende aus glatten Muskelfasern zusammengesetzte Bündel. Nach aussen von der Schleimhaut liegt eine circuläre Muskelschichte von 0,66 Mm. Dicke. Diese letztere setzt sich über die Ductus ejaculatorii hinaus in die weiter unten zu erwähnende circuläre Muskellage der Vesicula prostatica fort.

IV. Prostata. An der Prostata unterscheiden wir dem Baue nach zwei ganz verschiedene Bestandtheile: Drüsensubstanz und Musculatur; letztere bildet, wie Kölliker nachgewiesen hat, das eigentliche Stroma der Prostata, indem das Bindegewebe nur als ganz dünne Balken die Septa der Muskeln, sowie die Stütze der Gefässe und Nerven vorstellt, welche von aussen her in das Innere der Prostata eindringen. Nach aussen besitzt die Prostata eine bindegewebige Hülle, welche mit den Sehnen der an die Hülle angrenzenden glatten Muskelzüge in directer Verbindung steht. Diese letzteren verlaufen circulär oder schief; dazwischen kommen auch einzelne longitudinal verlaufende Muskelbündel vor. Diese Muskelmassen bilden die eigentliche Rindensubstanz der Prostata. Von der musculösen Rinde dringen allerwärts mächtige Balken glatter Muskelfasern in das Innere vor, kreuzen sich auf diesem Wege vielfach, und bilden dadurch Maschenräume, in welche die Drüsensubstanz eingebettet ist. Die Dicke der erwähnten musculösen Rinde ist verschieden an dem vor der Urethra gelegenen Abschnitte der Prostata und dem hinter derselben befindlichen; sie ist an letzterem ferner verschieden, am oberen, mittleren und unteren Theile; während nämlich der vor der Urethra gelegene Theil fast nur aus Rindensubstanz, das ist, hauptsächlich aus Mus-

keln besteht, ist an der hinteren Peripherie der Prostata die Rinde in den oberen Abschnitten mächtiger als in den mittleren und hier wieder mächtiger als in den unteren Partien. Es ist hieraus ersichtlich, dass die Drüsensubstanz am stärksten in den unteren Abschnitten des hinter der Urethra gelegenen Theiles der Prostata, an dem vor der Urethra gelegenem Theile jedoch nur spärlich vertreten ist. Die Anordnung der Drüsensubstanz hängt mit den in dieselbe eindringenden Muskelbalken innig zusammen. An dem unteren Abschnitte des hinter der Urethra gelegenen Theiles bilden die Muskelzüge ein lockeres, weitmaschiges Gefüge; und dadurch erhält dieser Abschnitt der Prostata das Ansehen einer mehr spongiösen Masse. An dem mittleren Abschnitte bilden die Muskelzüge einen förmlichen Mantel, der die centrale, gleichmässig dichte, halbkugelige Drüsenmasse einhüllt, und erst von dieser Muskelrinde dringen zierliche Bündelchen zwischen die Drüsen der centralen Masse ein. Am oberen Abschnitte endlich sind die Muskelzüge ganz ungleichmässig und unregelmässig vertheilt. Daraus folgt also, dass wir an dem hinter der Urethra gelegenen Theile der Prostata eine obere compactere, eine mittlere gleichmässige, beim Erwachsenen 6,6 Mm. im Durchmesser betragende, und eine untere spongiöse Drüsensubstanz vorfinden.

Was nun den Bau der Drüsen betrifft, so haben wir es hier mit sogenannten acinösen Drüsen zu thun: ein von einer structurlosen Membran begrenzter Drüsengang theilt sich nach einem wenig geschlängelten Verlaufe in zwei oder mehrere Schläuche, welche mit lateralen und terminalen längeren oder kürzeren, zuweilen kugeligen oder ovoiden Ausbuchtungen versehen sind. Immer bleibt die Wand structurlos.

In der centralen Drüsenmasse sind die in den Hauptausführungsgang einmündenden Drüsenschläuche mit halbkugeligen Ausbuchtungen — acinis — besetzt. An dem unteren Abschnitte finden sich fast nur stark geschlängelte Schläuche, die sich mehrfach theilen, zahlreiche grosse Anschwellungen zeigen und in ihren letzten Enden ausserordentlich stark gewunden verlaufen.

Das Epithel, womit die Drüsenblasen und Drüsengänge ausgekleidet sind, ist im Allgemeinen ein einschichtiges Cylinderepithel von 0,026 Mm. Höhe, doch giebt es auch Stellen, z. B. in der spongiösen unteren Drüsenmasse, wo das Epithel kürzer, kubisch ist; im letzteren Falle ist noch eine Reihe kleiner, rundlicher Zellen in der Tiefe vorhanden.

Die einzelnen Zellen sind cylindrisch oder kegelförmig, der Kern der Zellen ist rundlich und liegt fast ausnahmslos im äusseren Drittel der Zelle. An den kleineren Ausführungsgängen ist unter der oberen Zellenlage stellenweise noch eine Schichte kleiner, rundlicher Zellen mit relativ grossem Kerne vorhanden; auch spindelige Zellen kommen zwischen den äusseren Enden der oberflächlichsten Zellenlage eingeschoben vor. Besonders an diesen spindeligen Zellen lässt sich ein directer Zusammenhang des einen Zellfortsatzes mit angrenzenden Gewebstheilen nachweisen.

Je mehr die Drüsenausführungsgänge ihrer Mündung zueilen, desto enger werden sie und desto mehr ändert sich das cylindrische Epithel. In die 0,31 Mm. breiten Ausführungsgänge der centralen Drüsenmasse, welche fast ausschliesslich an der Basis des Colliculus seminalis münden, setzt sich das Uebergangsepithel der Urethra eine Strecke weit fort, zuweilen ist das Epithel



Fig. 213. Querschnitt durch den Colliculus seminalis eines Kindes. *a* Epithel der Oberfläche; *b* Vesicula prostatica; *c* Epithel derselben; *d* Muskeln; *e* Ductus ejaculatorii; *f* Ausfuhrungsgänge der Prostatadrüsen; *g* obere Wand der Urethra; *h* senkrechte Muskeln. Vergrösserung: Hartnack, Obj. System No. 2, Ocular 3.

dieser Ausführungsgänge an der 0,13 Mm. breiten Mündung oder selbst stellenweise in der Nähe der Mündungen deutlich geschichtetes Pflasterepithel. Die Ausführungsgänge der sehr wenigen vor der Urethra gelegenen Prostatadrüsen, sowie die Ausführungsgänge der hinter der Urethra gelegenen oberen und unteren, zumeist an der seitlichen Urethralwand ausmündenden Prostatadrüsen sind in ihrem Mündungstheile mit geschichtetem Pflasterepithel, nicht selten auch mit geschichtetem Uebergangsepithel ausgekleidet.

Quergestreifte Muskeln kommen als zusammenhängende Züge innerhalb der quergestreiften Fasern des Sphincter Urethrae auch an der Prostata vor.

Henle beschrieb solche circulär verlaufende Züge an dem obersten vor der Urethra gelegenen Abschnitte; sie erstrecken sich jedoch auch in der Rindensubstanz dieses Abschnittes, wie Kölliker gezeigt hat, weiter nach abwärts. In der Rindenschichte des hinter der Urethra gelegenen Abschnittes finden sich ebenfalls Bündel quergestreifter Muskelfasern; sie sind vorzüglich am oberen Theile zu finden, wo sie mit den Balken glatter Muskelfasern zwischen Drüsensubstanz in die Tiefe dringen.

Gefässe und Nerven bilden in der lockeren fetthaltigen bindegewebigen Adventitia, besonders in den hinteren Partien der Prostata dichte Netze.



Fig. 244 A. Längsschnitt durch den hinter der Urethra gelegenen Theil der Prostata vom Erwachsenen. *a* compacte, *b* centrale, *c* spongiöse Drüsensubstanz: *d* Muskelscheide des centralen Theiles. Vergrösserung 3/1.

Von den die Prostata umspinnenden Gefässen dringen grössere Stämme in das Innere vor, und bilden hier in der Umgebung der Drüsen ein weitmaschiges Capillarsystem. Grössere arterielle Gefässe gelangen am Colliculus seminalis, selbst bis in die Nähe der Urethra, wo sie capillar zerfallen; die aus diesen Capillaren hervorgehenden Venen stehen mit den Venen der Urethra in Verbindung. Die Nerven umstricken als markhaltige Fasern führende Stämme die Rinde der Prostata; sie enthalten auch hier zahlreiche grosse Ganglienzellen eingestreut oder stehen mit ovalen Ganglienknoten in Verbindung. Diese letzteren sind weniger zahlreich als an den Vesiculae seminales; ihr Durchmesser beträgt 0,53 Mm. Zur Seite der Prostata sah schon J. Müller Ganglien an den sympathischen Nerven.

Auch Pacinische Körperchen findet man in der Rinde der Prostata. Im inneren derselben verlaufen sehr zahlreiche kleinere Stämme markhaltiger Fasern, welche Stämme allenthalben Netze bilden. Besonders zahlreiche Nervenstämme verlaufen senkrecht zwischen dem Sphincter urethrae und den circulären quergestreiften Muskelfasern der Rindenschichte, wo sie bis an die Urethra aufsteigen. Sie enthalten zwischen ihren Fasern Ganglienzellen kettenförmig eingestreut.

In vielen Drüsengängen und Drüsenblasen finden sich gelbliche oder bräunlich gefärbte Schollen, welche als Sekret der Drüsenepithelien aufzufassen sind; ihre Bildung kann ganz genau hier in derselben Weise verfolgt werden, wie an der Schilddrüse. Sowohl in der Rinde als auch in der Drüsensubstanz finden sich gelbe und braune Pigmentschollen und spindelige Zellen, welche Pigmentkörnchen führen.

In dem oberen hinteren Abschnitte der Prostata befindet sich ein eigenthümliches Organ. Es scheint dieses ein grosser Gang zu sein, dessen Wand derjenigen

einer Arterie ähnlich ist; sie besteht nämlich aus einer inneren longitudinalen, einer mittleren circulären und einer äusseren longitudinalen Schichte. Die mittlere Schichte besteht zumeist aus glatten Muskelfasern, die innere und äussere nur zum Theil aus solchen. Das Innere dieses Gebildes ist erfüllt von zahlreichen kleinen Gefässnetzen, Pigmentschollen und Balken glatter Muskelfasern.

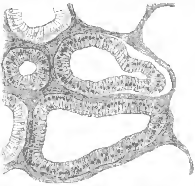


Fig. 214 B. Durchschnitt durch centrale Drüsensubstanz der Prostata vom Erwachsenen. Vergrösserung: Hartnack Obj. System 5. Ocular 3.

Die Prostata kommt allen Säugethieren zu, bei Vögeln ist aber kein Analogon derselben bekannt; bei den geschwänzten Batrachiern dürften die in die Cloake mündenden und während der Begattungszeit anschwellenden Becken- und Afterdrüsen der Prostata und den Cowperschen Drüsen entsprechen. In der Cloake der Saurier sind ähnliche Organe vorhanden. Bei Fischen kommen Agglomerate von Bläschen vor, die mit dem Vas deferens durch Canäle in Verbindung stehen (Leydig).

IV. Colliculus seminalis. Der Colliculus seminalis ist bedeckt mit einem schönen geschichteten Pflasterepithel. Es ist dies zugleich das Epithel der unteren Wand der Urethra. Die Dicke dieses Epithels ist an der Basis des Colliculus bedeutend stärker als an der Kuppe. An ersterer beträgt sie 0,34 Mm., an letzterer nur das Drittel davon; zugleich ragen an der Basis schöne kegelförmige, oben etwas aufgetriebene, gefässhaltige Papillen in das Epithel hinein, welche Papillen gegen die Kuppe an Höhe allmählich abnehmen und an letzterer fast gar nicht mehr angetroffen werden.

Auch die Vesicula prostatica ist mit einem geschichteten Pflasterepithel ausgekleidet, in welches ebenfalls kleine kegelförmige Papillen hineinragen. Sowohl am Colliculus als auch in die Vesicula münden kurze getheilte und geschlängelt verlaufende Drüschen, in welche sich das geschichtete Pflasterepithel hinein fortsetzt.

Die Vesicula prostatica ist von spärlichem gefässhaltigem Bindegewebe, sowie von zahlreichen Muskelfasern umgeben. Letztere stehen im Zusammenhang mit den glatten Muskelfasern, welche aus der Tiefe der Prostata heraufdringen, sowie mit denen, welche in der Wand der Ductus ejaculatorii vorhanden sind. Im Allgemeinen lässt sich sagen, dass die der Vesicula prostatica zunächst gelegenen Bündel in schiefer Richtung sich durchkreuzen.

Auf diese schiefen Fasern folgt eine Lage circulär verlaufender, welche als directe Fortsetzung der äusseren circulären Muskellage der Ductus ejaculatorii anzusehen ist. Diese circuläre Hülle der Vesicula prostatica ist am schwächsten entwickelt in der Nähe des Epithels des Colliculus seminalis.

V. Urethra. Das Epithel der Urethra ist an der unteren Wand der Wurzel, der Pars prostatica und Membranacea ein geschichtetes Pflasterepithel;

an den Seiten und an der oberen Wand dieser Theile ist es grösstentheils ein geschichtetes Uebergangsepithel, in welchem einzelne kleinere Inseln geschichteten Pflasterepithels vorkommen.

Dieses Uebergangsepithel ist jedoch hier in der Weise abweichend, dass in den mittleren Lagen keulenförmige Zellen, in den oberen theils pflasterförmige, theils keulenförmige Zellen angetroffen werden. Die Dicke des Epithels beträgt ungefähr 0,09—0,1 Mm., sie ist zugleich an der oberen Wand etwas schwächer als an der unteren.

Die Schleimhaut, deren Dicke zur darauf folgenden Muskelhaut im umgekehrten Verhältnisse steht und im Mittel 0,36—0,45 Mm. beträgt, ist beim Kinde anders gebaut als beim Erwachsenen.

Beim Kinde bestehen sowohl die Schleimhaut, als auch die mit ihr verbundenen Septa der Muskelhaut aus einem sehr zierlichen, gleichmässigen Netzwerke, in dessen Knotenpunkten man beim Neugebornen an zahlreichen Stellen deutliche Zellen mit Kernen findet, welche durch dicke, kurze Fortsätze mit einander zusammenhängen und überall mit der Adventitia der gröberen und feineren Gefässe in Verbindung stehen. Daneben finden sich in diesem Netzwerke solche Balken, die ein Bündel feiner Bindegewebsfibrillen darstellen, so dass es nicht unwahrscheinlich ist, dass aus den Zellfortsätzen dieser adenoïden Netze durch fibrillären Zerfall Bindegewebsbündel hervorgehen. In der That finden sich beim Erwachsenen nur Maschenwerke sich kreuzender Bindegewebsbündel nebst Netzen elastischer Fasern vor.

Von der Oberfläche der Schleimhaut ragen in das Epithel zahlreiche, kleine, kegelförmige Papillen hinein: sie sind kürzer und seltener an der oberen und seitlichen Wand als an der unteren.

In der Schleimhaut sind ferner Drüsen anzutreffen. Es sind dies verzweigte Schläuche, welche mit zwei oder mehreren Ausbuchtungen versehen sind. Sie sind von einer structurlosen Wand begrenzt; an den Ausbuchtungen und an dem in den tieferen Theilen der Schleimhaut liegenden Abschnitte sind die Schläuche mit einschichtigem, schönem Cylinderepithel, weiter gegen die Mündung zu mit geschichtetem Uebergangs- und an der Mündung selbst mit geschichtetem Pflasterepithel ausgekleidet.

Diese Drüsen — Littre'sche Drüsen der Harnröhre — finden sich sowohl in der Pars prostatica — untere und seitliche Wand — als auch in der Pars membranacea, hier sind sie an der ganzen Peripherie in vereinzelten Exemplaren auf verschiedene Tiefen in die Schleimhaut eingesenkt, und zwar theils zwischen die grossen venösen Geflechte und hier von glatten Muskeln umzogen, theils auch bis in die Muskelhaut hineinreichend.

Die Muscularis ist an der Wurzel der Urethra in zwei Schichten angeordnet: in eine innere circuläre und in eine äussere longitudinale Schichte glatter Fasern.

An der unteren Wand besteht die circuläre Schichte fast nur aus kleinen, durch zahlreiches Bindegewebe von einander getrennten Bündeln, die Dicke dieser Schichte misst beim Kinde 1,3—1,6 Mm. Die äussere Schichte ist etwas schwächer und ebenso nur aus kleineren Bündelchen bestehend. Beide Schichten hängen mit einander durch schief verlaufende und sich kreuzende Bündel zusammen.

Gegen die obere Wand dieses Abschnittes der Urethra wird sowohl die innere als auch die äussere Muscularis etwas zusammenhängender; ihre ündel werden grösser und treten sich so näher. In der ganzen Peripherie dringen jedoch kleinere Bündelchen in schiefer Richtung in die Mucosa ein, wo sie sich in einzelne Fasern auflösen, und bis an das Epithel zu verfolgen sind.

An der Pars prostatica steht die Musculatur der Urethra mit der der Prostata in innigem Zusammenhange; sie sind als zumeist longitudinal verlaufende Bündel glatter Fasern, die der Schleimhaut zunächst liegen, zu erkennen.

An der Pars membranacea lässt sich nur eine der Schleimhaut angrenzende circa 0,58 Mm. dicke, zusammenhängende, longitudinale Muskelschichte auffinden, von der sich zahlreiche Bündel in schiefer Richtung ablösen, um in die Schleimhaut einzudringen.

Die grossen Gefäss- und Nervenstämme liegen ausserhalb der Muscularis; die arteriellen Gefässe dringen, nachdem sie die zahlreichen Aeste für die Muscularis abgegeben haben, in die Schleimhaut ein, wo sie in den Papillen als einfache und doppelte Capillarschlingen in die subepithelialen venösen Anfänge übergehen. Diese bilden, rasch an Grösse zunehmend und durch zahlreiche Anastomosen unter einander communicirend, ein der Schleimhaut angehöriges venöses Geflecht mit prävalirend longitudinalem Verlaufe.

Zwischen diesen grossen Venen ziehen Muskelstränge aus der Muscularis in die Schleimhaut ein. Die Dicke dieser Venennetze nimmt gegen das vordere Ende der Pars membranacea allmählich zu.

Auf ihrem Wege nach aussen nehmen diese venösen Gefässe wieder an Stärke und Zahl ab, oder mit anderen Worten, von diesem Venennetze dringen kleinere venöse Gefässe nach aussen, welche bei ihrem Durchtritte durch die Muscularis die Venen dieser letzteren aufnehmen.

Es ist hieraus ganz klar, dass bei einem gesteigerten Blutzuflusse zu den Arterien der Urethra dieser Abschnitte der Abfluss des Blutes nicht in demselben Maasse durch die abführenden Venen statthaben kann und sich das Plus des Blutes in den grossen Venennetzen der Mucosa wird stauen müssen. Daraus geht ferner hervor, dass das oben bezeichnete Venennetz der Schleimhaut ein Schwellnetz ist, und dass man mit Henle für

diese Abschnitte der Urethra ebenfalls einen, wenn auch nur schwach entwickelten Schwellkörper annehmen kann.

Die Nerven zeigen hier ähnliche Verhältnisse, wie wir sie an den früheren Theilen kennen lernten. In den aus markhaltigen Fasern bestehenden Stämmen, welche ausserhalb der Muscularis verlaufen, finden sich ebenfalls Ganglienknoten eingelagert.

Lovén fand Ganglienzellen und Ganglienknoten: 1. an der hinteren Fläche der Pars membranacea urethrae, 2. in dem dichten Bindegewebe am hinteren Theile des Bulbus und 3. in den Netzen, welche die lateralen Bündel der Nervi erigentes um die Gefässe an der Seite des Bulbus bilden.

Bevor das Corpus cavernosum urethrae zum Bulbus anschwillt, dort wo die Crura penis schon nahe der Urethra angelangt sind, aber noch unterhalb derselben liegen, schiebt sich zwischen den beiden Ischiocavernosis und den Perinealmuskeln von unten her eine aus glatten Muskelfasern bestehende, longitudinal verlaufende Masse ein, welche aus grösseren und kleineren Bündeln besteht und auf ein im Durchschnitte kreisförmiges Areale von 2,25 Mm. Durchmesser vertheilt sind.

Die Bündel liegen gegen das Centrum der Masse dichter als gegen die Peripherie. An der oberen, der Urethra zugekehrten Peripherie finden sich auch schief oder fast circulär verlaufende Bündel. An diese Muskelmasse reiht sich direct eine zusammenhängende, aus longitudinal verlaufenden Bündeln bestehende Schichte glatter Muskelfasern, welche zwischen den Cowper'schen Drüsen und ihren Ausführungsgängen, resp. den Schenkeln des Penis gelegen ist. Von den Ausführungsgängen der Cowper'schen Drüsen wird diese Muskelmasse nur durch eine Schichte glatter Muskelfasern getrennt, welche mit der Längsaxe der genannten Gänge parallel verlaufen. — Die Dicke dieser Muskelschichte zwischen den Cowper'schen Drüsen beträgt 0,89 Mm., zwischen den Schenkeln des Penis 0,54 Mm.

Zahlreiche Bündel zweigen sich von dieser Muskelmasse ab und dringen zwischen die Läppchen der Cowper'schen Drüsen ein, wo sie sich auflösen und mit von aussen und unten in die Drüsen eindringenden quergestreiften Muskeln (Ischiocavernosi und Perineales) zusammenkommen.

Auch mit den muskulösen Balken der Ruthenschenkel steht die oben erwähnte Muskellage im Zusammenhang.

Nach aufwärts geht diese Muskelschichte, dachförmig zugespitzt an Breite abnehmend, in eine bindegewebige Scheidewand über, welche mit den an der unteren Fläche des Corpus cavernosum der Urethra gelegenen Bindegewebsbündeln zusammenhängt.

An diese Scheidewand stösst unter einem stumpfen Winkel jederseits eine 0,54 Mm. dicke Schichte longitudinal verlaufender Muskelfasern, die eine directe Fortsetzung der Muscularis der Urethra ist, das Corpus cavernosum derselben umgürtet, und mit den muskulösen Balken des Corpus cavernosum urethrae in Zusammenhang steht. — Dort wo die genannte

Muskelschichte jederseits an die oben erwähnte Scheidewand ansteht, finden sich mehrere, vertical von dem Schwellkörper der Ruthenschenkel entspringende und in den Schwellkörper der Harnröhre sich einsenkende, grössere, venöse Gefässe.

Hier ist auch der Ort von den Cowper'schen Drüsen zu reden. Ihre Lagerung ist schon gekennzeichnet, es erübrigt nur noch ihren Bau zu besprechen.

Die Cowper'schen Drüsen sind oblong, mit ihrem Längsdurchmesser schief nach innen und unten geneigt. Jede Drüse hat einen neben dem Schenkel des Penis aufsteigenden 0,18 Mm. weiten, mit Cylinderepithel ausgekleideten Gang, der, wie schon oben erwähnt wurde, von einer Schichte mit seiner Längsaxe parallel laufender, glatter Muskeln begleitet wird; gegen die Urethra aufsteigend, nimmt der Gang an Weite ab. Jeder Gang theilt sich vielfach und diese kleineren Gänge haben dann zwei oder mehrere 0,08 bis 0,12 Mm. im Durchmesser betragende Ausbuchtungen — Acini. Das Epithel, welches der structurlosen Wand der Acini aufsitzt, ist ein Cylinderepithel.

Die Drüsensubstanz ist, wie an anderen Stellen, auch hier von einem ziemlich dichten Capillargefässnetze umsponnen.

Der faserige Theil, in den die Drüsensubstanz eingebettet ist, ist zum geringeren Theile Bindegewebe, zumeist jedoch sind es Muskeln, von denen schon oben gesprochen wurde.

In der Gegend des Bulbus besitzt die Schleimhaut der Urethra an der ganzen unteren und am grössten Theile der Seitenflächen ein geschichtetes Pflasterepithel von 0,18 Mm. Dicke. Es gleicht dieses geschichtete Pflasterepithel dem der Mundhöhle und anderer Orte, nur dass die obersten Zellen nicht so stark abgeplattet erscheinen und theils einen oblongen, theils einen rundlichen Kern tragen; die Zellen der tiefsten Schichte sind rundlich oder polyëdrisch mit rundlichem, relativ grossem Kerne. — Vom Bulbus angefangen nimmt dieses geschichtete Pflasterepithel allmählich an Ausbreitung ab, und bleibt als solches nur noch eine kurze Strecke weit in der Medianlinie der unteren Fläche, wo es dann durch ein geschichtetes Uebergangsepithel und noch weiter durch ein cylindrisches ersetzt wird. An den Seiten und besonders an der oberen Fläche geschieht dies schon früher.

Uebrigens giebt es in dieser Beziehung Abweichungen, indem man nicht selten bei Neugeborenen noch im Schafte der Ruthe sowohl an der oberen als an der unteren Fläche Inseln geschichteten Pflasterepithels findet. Das cylindrische Epithel, womit die Urethra bis nahe an die Fossa navicularis ausgekleidet ist, zeigt zu oberst cylindrische Zellen, in den mittleren und tiefsten Lagen keulenförmige oder spindelige Zellen. Es sind jedoch auch Stellen zu finden, wo nur eine einschichtige Lage von Cylinderzellen vorhanden ist. — So wie das Lumen der Urethra anfängt, senkrecht von oben nach abwärts in die Länge gezogen zu sein, ist ringsum nur geschichtetes Pflasterepithel, welches übrigens an der unteren Wand bedeutend stärker ist, als an

der oberen. Das Epithel der oberen Hälfte unterscheidet sich von dem der unteren auch noch darin, dass an ersterer die obersten Zellen stärker abgeplattet sind und auch mehr mit einander verschmolzen erscheinen als an der letzteren.

Die tiefste Schichte des Epithels besteht oben und unten aus pallisadenartig aneinander gereihten, kurzcylindrischen Zellen mit rundlichem Kerne.

Die Schleimhaut der Urethra ist überall in longitudinale Falten gelegt, welche zuweilen noch durch horizontale Leisten miteinander verbunden erscheinen — Lacunae Morgagni.

Die Dicke der Schleimhaut ist sehr inconstant, indem ihre Grenze nach aussen nicht genau zu bestimmen ist. Es gehen nämlich die Gefässe und Muskeln des Corpus cavernosum allmählich in die der Schleimhaut über; an der Wurzel des Penis beträgt ihre Dicke circa 0,178 Mm., weiter nach vorne wird sie etwas schwächer — 0,13 Mm.

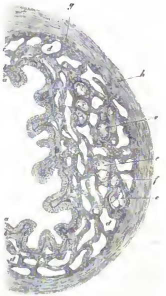


Fig. 215. Querschnitt durch die Urethra (Pars cavernosa) vom Kinde. *a* Epithel; *b* Mucosa; *c* musculöse Balken; *d* Bluträume des Corp. cav.; *e* Drüsen; *f* Ausführungsgang der Drüsen; *g* longitudinale Muskeln; *h* Albuginea. Vergrösserung: Hartnack, Obj. System 2, Ocular 3.

Die Papillen, die von der Schleimhaut in das Epithel hineinreichen, sind nur dort zahlreich und gut entwickelt, wo dieselbe mit geschichtetem Pflasterepithel bekleidet ist; dort wo ein Uebergangsepithel sich vorfindet, sind die Papillen kurz und wenig zahlreich. Am längsten sind sie an der unteren Wand der Fossa navicularis bis zum Orificium urethrae, ihre Höhe misst da 0,14 Mm.

Alle Papillen der Urethra sind gefässhaltig und besitzen eine oder wie in der Fossa navicularis auch mehrere Gefässschlingen. Wo Papillen fehlen, also dort wo die Schleimhaut mit Cylinderepithel bekleidet ist, findet sich dafür ein subepitheliales, dichtes, der Fläche nach ausgebreitetes Capillarmaschenwerk. Die Schleimhaut ist locker und besteht aus einem zierlichen Bindegewebsmaschenwerk, in welchem überall vereinzelte, longitudinal und schief verlaufende Bündelchen glatter Muskelfasern angetroffen werden, die von den musculösen Balken des Corpus cavernosum urethrae abstammen.

Littre'sche Schleimdrüsen sind ziemlich häufig, und zwar, finden sie sich an der oberen Wand häufiger als an der unteren. Sie stellen geschlängelt verlaufende 0,13 Mm. breite Gänge vor, welche schief nach vorne die Schleimhaut durchsetzen. Das Epithel der Oberfläche setzt sich in sie eine kurze Strecke weit fort. Diese Schläuche bleiben bis in

die Tiefe des Corpus cavernosum einfach, und erst hier sind sie mit 4 oder 5 halbkugeligen Ausbuchtungen — Acini — besetzt; letztere haben einen Durchmesser von 0,08—0,12 Mm. und grenzen nicht selten an die Albuginea des Corpus cavernosum urethrae.

Das Epithel des grössten Theiles des Ausführungsganges und der Acini ist ein einschichtiges Cylinderepithel. In den Epithelzellen der Acini ist der Kern schon beim Neugeborenen nicht mehr überall rundlich, sondern wie beim Erwachsenen abgeplattet, mit seiner Längsaxe senkrecht zu der der Zelle gestellt und der Membrana propria anliegend.

Da diese Drüsen mit ihrem grössten Theile überall zwischen den Gefässen des Corpus cavernosum gelagert, also von Muskeln umgeben sind, so ist es ganz klar, dass die Erektion des Gliedes auf die Entleerung des Drüsensekretes, möglicherweise auch auf seine Absonderung einen bedeutenden Einfluss haben kann.

Lymphgefässe finden sich an der Urethra ziemlich häufig; sie liegen in der Schleimhaut, nahe dem Epithel, verlaufen parallel mit der Längsaxe und hängen durch quere und schiefe Anastomosen mit einander zusammen. Ihre grösste Ausbildung erlangen sie an der unteren Wand der Fossa navicularis.

IV. Penis. Die Albuginea des Corpus cavernosum urethrae und die der Corpora cavernosa penis besteht aus Bindegewebe, elastischen Fasern und stellenweise auch aus Muskelfasern. — Ersteres ist in Form von wenig geschlängelt und miteinander parallel verlaufenden Bündeln angeordnet, ähnlich dem Sehnengewebe.

Diese Bindegewebsbündel bilden um das Corpus cavernosum urethrae eine circulär verlaufende Schichte, welche nach aussen mit dem lockeren, subcutanen Maschengewebe zusammenhängt. An den Schwellkörpern des Penis liegen diese Bindegewebsbündel in zwei Schichten angeordnet, in einer äusseren longitudinalen und einer inneren circulären, doch ist erstere nur an der oberen und seitlichen Peripherie des Schwellkörpers anzutreffen, während die circuläre Schichte an die untere Fläche und als medianes Septum zwischen beide Schwellkörper sich fortsetzt.

Bei Neugeborenen beträgt die Dicke der äusseren, longitudinalen Schichte an der Wurzel des Penis 0,34 Mm., die der inneren 0,49 Mm. Am Schafte ist das Verhältniss umgekehrt, indem hier die äussere Schichte 0,45 Mm., die innere 0,26 Mm. dick ist.

Zahlreiche Spindelzellen sind zwischen den Bindegewebsbündeln eingestreut.

Das elastische Gewebe findet sich in Form von dichten Netzen feiner Fasern sowohl in der Albuginea der Corpora cavernosa penis als auch in der der Urethra. In die Netze sind bei Neugeborenen oblonge Kerne eingeschaltet.

Allein auch andere Netze sind bei Neugeborenen sowohl in der Albuginea der Corpora cavernosa, als auch in dem dieselbe umgebenden lockeren Ge-

webe vorhanden. Es kommen nämlich auf grösseren oder kleineren Strecken mitunter dichte Netze kernhaltiger Zellen vor, und zwar ganz so wie es für das embryonale Sehnengewebe bekannt ist.

Sowohl in der Albuginea des Corpus cavernosum urethrae als auch in der der Corpora cavernosa penis kommen besonders am Schafte glatte Muskelfasern vor. Ihre Zahl ist in der Albuginea des Corpus cavernosum urethrae, in der sie circulär verlaufen, grösser, als in der der Corpora cavernosa penis. In dieser letzteren ziehen sie in der circulären Lage circulär, in der longitudinalen longitudinal und wo die Albuginea nur aus einer Lage besteht, ebenfalls circulär.

Stellenweise ordnen sie sich zu Bündeln und dringen in schiefer Richtung in die Muskelbalken der Corpora cavernosa ein.

In dem der Albuginea zunächst liegenden, lockeren Gewebe sind die grossen aus markhaltigen Fasern zusammengesetzten Nervenstämme anzutreffen. Sehr viele von ihnen liegen beim Neugeborenen nächst der Albuginea mit kleineren Blutgefässen zusammen in oblongen vom umgebenden Bindegewebe begrenzten, mit Lymphkörperchen erfüllten Räumen, welche Räume dem Lymphgefässsysteme angehören dürften.

Von den ausserhalb der Albuginea gelegenen Nervenstämmen ziehen kleinere in die Corpora cavernosa ein, wo sie anfangs als markhaltige, und weiterhin als marklose Fasern zu verfolgen sind. Sie stammen aus dem Plexus cavernosus des Sympathicus und zum kleineren Theile aus den Nervi pudendi, welche mit ihrem grösseren Theile die Haut und die Schleimhaut der Urethra versorgen.

In dem lockeren Gewebe, das die Albuginea umgiebt, kommen Fettzellengruppen und Pacini'sche Körperchen vor. Letztere sind sowohl an der Wurzel, als auch am Schafte und in der Gegend der Corona glandis anzutreffen. 8—10 Mm. nach rückwärts von dem hinteren Rande der Eichel wurden sie schon von Schweigger-Seidel gesehen. Sie sind alle elliptisch, mit ihrer Längenaxe parallel zur Längenaxe des Penis gestellt. Ihr sehr breiter Axencylinder bleibt an der Spitze ungetheilt. Ausserdem habe ich sie auch im Corpus cavernosum der Penisschenkel gesehen.

Am Corpus cavernosum penis sind die Muskelbündel zu einer äusseren der Albuginea anliegenden longitudinalen bis 0,09 Mm. dicken Schichte vereinigt, welche durch schiefe Bündel mit den nach innen zu liegenden musculösen Balken des Corpus cavernosum zusammenhängt. Diese äussere Muskellage ist am Corpus cavernosum urethrae nur stellenweise und da nur sehr schwach entwickelt, so wie sie eigentlich am Corpus cavernosum penis auch nur an der Rückenfläche und an den Seiten als besondere Schichte anzutreffen ist. — Die musculösen Balken, welche zwischen den Gefässräumen ausgespannt sind, und welche die letzteren begrenzen, bestehen aus Bündeln,

die theils longitudinal, theils schief, theils circulär verlaufen und dabei sich in vielfacher Richtung durchflechten.

Die einzelnen Muskelfasern sind im Verhältnisse zu ihrem Kerne sehr kurz, so dass an einem querdurchschnittenen Bündel fast in allen polyëdrischen — dem Contour der Zellen entsprechenden Feldern ein querdurchschnittener Kern vorhanden ist.

Die Blutgefässe der Corpora cavernosa sind Arterien, Capillaren, Venen und ein dichtes Netzwerk grosser von den Muskelbalken begrenzter mit Plattenepithel ausgekleideter Räume — das Corpus cavernosum im engeren Sinne.

Das Corpus cavernosum der Urethra ist an der unteren Wand stärker ausgebildet als an der oberen. Die grossen cavernösen Räume sind an der letzteren bis zur Albuginea vertheilt, während an der unteren und zum Theile an der seitlichen Wand zwischen einer Rindengefässschichte und der Hauptmasse des Corpus cavernosum eine fast zusammenhängende Muskelschichte liegt, welche nur durch spärliche von der Rindenschichte zu den inneren Theilen verlaufende Gefässe unterbrochen ist. — Am Corpus cavernosum penis ist die Anordnung eine ähnliche: im Centrum liegen die grössten Räume, von da nehmen sie im Halbkreise gegen die freie Peripherie an Grösse rasch ab, werden weiterhin durch eine fast nur aus Muskeln bestehende Lage allmählich verdrängt, um dann ganz nach aussen nächst der Albuginea eine schwache Rindenschichte zu bilden.

Vom Centrum eines Corpus cavernosum gegen das Septum nehmen die Räume nur wenig an Grösse ab. Die dem Septum zunächst gelegenen Räume beider Corpora cavernosa penis stehen durch schiefe und quere Anastomosen mit einander in Verbindung, welche queren Verbindungszweige von Muskelbalken begleitet werden.

Von der Corona glandis angefangen gegen das vordere Ende des Penis zu nimmt das Corpus cavernosum urethrae allmählich an Stärke ab, und zwar geschicht dies zuerst an der oberen und dann auch an der unteren Wand. Es bleiben zwar noch an der oberen Wand einzelne quere Aeste, welche die Gefässräume beider Seitenwände mit einander verbinden; an der unteren Wand schiebt sich dem Frenulum praeputii entsprechend alsbald eine bindegewebige Scheidewand ein, so dass das Corpus cavernosum urethrae am vorderen Ende von unten her in zwei Abschnitte getrennt erscheint. — Solche Bindegewebsmassen können mitunter auch als vollkommene Albuginea innerhalb des Corpus cavernosum urethrae jederseits ein elliptisches Gebiet abgrenzen, so dass dann innerhalb des Corpus cavernosum urethrae jederseits noch ein kleines Corpus cavernosum erscheint. So wie schon die Corpora cavernosa penis in der Glans conisch zugespitzt aufgehört haben, büsst das Corpus cavernosum urethrae seine Selbständigkeit allmählich ganz ein und geht in das Corpus cavernosum der Glans über.

Dieses erscheint unten geöffnet und in der Nähe des orificium urethrae

auch von oben her durch Bindegewebe in zwei Hälften getrennt, welche jedoch stellenweise durch Queranastomosen miteinander zusammenhängen. Die Discontinuität des Corpus cavernosum glandis an der unteren Wand ist durch Bindegewebszüge bedingt, welche von der Umgebung der Urethra nach oben dringen.

In der Glans sind die Balken zwischen den Gefässen ärmer an Muskeln als im Corpus cavernosum penis und der Urethra.

Am Corpus cavernosum glandis liegen die grössten Gefässräume in dichter Anordnung in den unteren äusseren Abschnitten, während am oberen Theile die cavernösen Räume an Grösse und Zahl abnehmen. Hier ist zwischen ihnen und mit ihnen zusammenhängend ein dichtes, feines Gefässnetz ausgespannt, von dem weiter unten noch gesprochen werden soll; auch an den unteren seitlichen Abschnitten ist dieses feine Gefässnetz stark entwickelt.

Mit der Rinde der unteren gespaltenen Abschnitte der Glans hängen die Gefässe, welche im Praeputium verlaufen, direct zusammen.

Was die Arterien des Gliedes anlangt, so sind sie, wie bekannt, Aeste der Arteria pudenda communis und zwar nach Kobelt die Arteria bulbina, bulbourethralis, Arteria dorsalis und profunda penis.

Von letzterer stammt für die Wurzel des Penis die Arteria bulbosa penis, welche mit der der anderen Seite im Bogen anastomosirt. Aus diesem Bogen geht dann die Arteria cavernosa penis für das Corpus cavernosum penis bis an sein vorderes Ende hervor.

Die Arteria dorsalis penis versorgt zumeist die Glans, zum kleineren Theil das Corpus cavernosum penis.

Nach Jarjavay und Sappey entspringen aus der Dorsalis 5—8 den Penis umgreifende Zweige, die mit der Bulbo-urethralis anastomosiren und für das Corpus cavernosum urethrae bestimmt sind. — Nach Langer kommen noch 4—5 Paar Rami perforantes hinzu, welche sowohl mit den Aesten der Dorsalis als auch der Bulbo-urethralis anastomosiren. — Nach demselben giebt es ausser diesen Rami perforantes der Arteria cavernosa penis, noch Arteriae septi, welche von der Arteria cavernosa penis entspringen, neben dem Septum gegen die Vena dorsalis penis aufsteigen, mit einander anastomosiren und nebst Zweigen der Dorsalis penis, mit denen sie anastomosiren, die Albuginea der Corpora cavernosa versorgen.

Bekanntlich hat Joh. Müller die Arterien des Corpus cavernosum in Rami nutritii und Arteriae helicinae abgetheilt; erstere stellen nach ihm die Arterien des Balkengewebes — Vasa vasorum dar, welche, nachdem sie viele Anastomosen unter einander gebildet, in Capillaren übergehen. Die Arteriae helicinae schilderte er als eine Linie lange und $\frac{1}{5}$ Mm. dicke Aeste, welche einzeln und in Quirlen mit ihren angeschwollenen Enden hornartig gekrümmt sind, in die cavernösen Räume hineinragen, wo sie blind endigen.

Mit dem Beginne der Erection sollten sich ihre Enden öffnen und sich hierauf die Cavernen mit arteriellem Blute füllen.

Nachdem nun diese Arteriae helicinae von einigen Forschern vertheidigt (Krause, Valentin, Kobelt, Kölliker, Hyrtl, Gerlach, Henle . . .), von anderen verworfen wurden (Valentin, M. J. Weber, Arnold, Segond, Kohlrausch, Kölliker, Henle, Rouget) hat endlich Langer durch seine umfassende und in allen Punkten richtige Darstellung im Sinne der letzteren entschieden.

Langer hat mit Valentin, Arnold und Henle gezeigt, dass der grösste Theil der Arteriae helicinae nichts weiter als sich deckende Schenkel von mehr oder weniger vollkommen injicirten Arterienschlingen sind; dass ferner von der Form der musculösen Balken das Auftreten der Arteriae helicinae bedingt ist, indem in den am Schafte des Penis vorkommenden cylindrischen oder trichterförmig eingerollten Blättchen die Arterienzweige schlicht verlaufen, in den am Schafte des Penis vorkommenden strangförmigen Trabekeln jedoch die Arterienverzweigungen Arteriae helicinae erzeugen. Es müssen daher mit Langer alle Abzweigungen der Arteriae corporis cavernosi im Wesentlichen für gleichwerthig gehalten werden. Ueber die Art, wie der Kreislauf im Corpus cavernosum penis zum Abschlusse kommt, äusserte sich Joh. Müller und Krause dahin, dass das arterielle Blut aus den Arteriae helicinae sich ohne Weiteres in die Cavernen ergiesse.

Nach Valentin jedoch erweitern sich die kleinsten Arterien trichterförmig zu den venösen Räumen, nach Rouget gehen diese Räume aus den Arterien der Balken hervor, nachdem sie sich an der Oberfläche der letzteren spaltförmig geöffnet haben.

Langer hat gezeigt, dass der Kreislauf im Corpus cavernosum penis verschieden zum Abschlusse komme in der Rinde und im mittleren Theile. In der Rinde gehen nämlich kleine, nicht capilläre, nur mit der Loupe wahrnehmbare Arterienzweige in die gröbere Rindenschichte über, daneben besteht an der Peripherie noch eine Uebergangsform, welche durch wahre Capillaren vermittelt wird, nämlich durch das feinere capilläre Rindennetz. Im Innern des Schwellkörpers giebt es ebenfalls Uebergänge durch Capillaren.

Die Gesammtperipherie des Schwellkörpers ist das Hauptatrium, durch welches das arterielle Blut in das Schwellnetz gelangt.

Jedoch auch im Inneren des Schwellkörpers giebt es Uebergänge von Arterienästen in grössere Venen und zwar geschieht dies durch conische Anfänge, welche einen Bestandtheil des inneren Veneneonvolutes darstellen.

Es existiren sonach im Corpus cavernosum penis dreierlei Uebergänge:

1. Ein unmittelbarer Uebergang grösserer Arterienzweige in grössere Venenstämme.
2. Das gröbere Rindennetz, welches feinste Arterienästchen aufnimmt und
3. endlich ein unmittelbarer Uebergang von Capillaren wie im feineren Rin-

dennetze und im Inneren des Schwellkörpers. — Das Schwellnetz des Penis ist ein wahres Venennetz.

Die Venen, welche aus den Schwellkörpern des Penis heraustreten, sind die in die Vena dorsalis einmündenden Rückenvenen — Venae emissariae von Joh. Müller und die Venen an der Bauchseite des Penis — Venae emissariae von Kohlrausch. Erstere kommen unmittelbar aus dem cavernösen Geflechte hervor, letztere aus dem Innern der Corpora cavernosa und gehen durch Lücken der Rindennetze durch. Dieses Verhältniss ist für die Erektion von grosser Wichtigkeit, da dadurch bei der Füllung des Rindennetzes, welches, wie oben erwähnt, das Hauptatrium ist, nothwendig eine Compression der ausführenden Venen eintreten muss.

An den Schenkeln des Penis entwickeln sich die venösen Abzugscanäle als Venae profundae. Diese letzteren sind, wie Langer gezeigt hat, keine unmittelbaren Fortsetzungen der grossen Schwellvenen, sondern entstehen erst durch feinere Wurzeln aus denselben.

Das Schwellnetz der Corpora cavernosa penis ist demgemäss nach Langer »als ein räumlich entwickeltes Wundernetz anzusehen, welches, bezüglich der Vena dorsalis, ein unipolares, bezüglich der Venae profundae, ein bipolares ist.«

Im Corpus cavernosum urethrae ist mit Langer ein äusserer und innerer Theil zu unterscheiden Der äussere besteht aus dicht beisammen liegenden und anastomosirenden Venen — Rete mirabile venosum (Kohlrausch, Jarjavay).

Dieser Theil stellt den eigentlichen Schwellkörper der Urethra dar. — Der innere Theil ist ein Venennetz der Urethra selbst und besteht aus kleineren, fast parallel mit einander und zwar longitudinal laufenden Gefässen, welche durch zahlreiche, kurze und gewundene Anastomosen unter einander zusammenhängen. Der äussere Theil setzt sich direct als Schwellnetz in den Bulbus, der innere jedoch als submucöses Venennetz durch die Pars membranacea und prostatica auf die Blase fort.

Die Arterien senden theils Zweige zur Schleimhaut der Urethra, wo sie capillar zerfallen, theils solche, welche im Corpus cavernosum bleiben und hier in Capillaren auslaufen.

Der Kreislauf kommt im Corpus cavernosum urethrae überall durch Capillaren zum Abschluss. Die Wurzeln der venösen Abzugscanäle — Venae efferentes — entwickeln sich aus kleineren zu einem Stamme sich vereinigenden Gefässen.

Aehnlich verhält sich das Gefässsystem der Eichel.

Das cavernöse Gewebe ist auch hier ein aus Capillaren hervorgehendes Rete mirabile venosum (Hausmann, Kobelt, Jarjavay). Das grobe Netzwerk der Venen ist, wie schon früher angeführt wurde, von einem dichten, feinen Netzwerke durchzogen; von den oberflächlichsten capillaren Netzen steigen

in die Papillen der Glans zahlreiche Schlingen auf, sowie auch aus den Papillen feinere Venen in peripher gelegene, cavernöse Räume der Glans einmünden. Die Aeste dieser Schlingen zeichnen sich durch einen geschlängelten Verlauf aus (Langer), ja viele von ihnen sind ganz deutlich quirlenartig.

Den Zusammenhang des Schwellkörpers der Glans mit dem der Urethra vermitteln die Venae efferentes glandis und zwar liegen die feineren Zweige dieses Venenconvolutes in der Glans, die gröberen im Corpus cavernosum urethrae.



Fig. 216. Querschnitt durch eine injicirte Glans vom neugeborenen Kinde. *a* Epithel der Urethra; *b* Mucosa; *c* Corpus cavernosum urethrae; *d* Corpus cavernosum glandis; *e* Schleimhaut der Glans; *f* Epithel der Glans. Vergrösserung: Hartnack, Obj. System No. 2, Ocular No. 3.

Dieses Venenconvolut liegt an der Dorsalseite der Urethra und wurde von Kobelt zuerst gesehen. Es erstreckt sich auch noch zwischen die Corp. cav. penis und Urethra und scheint einen speciellen Schwellkörper darzustellen, da auch in seinen Balken glatte Muskelfasern vorkommen und nicht selten durch eine schwache Albuginea abgegrenzt ist.

D i e S c h l e i m h a u t d e r G l a n s ist mit einem 0,12—0,14 Mm. dicken, geschichteten Pflasterepithel bedeckt, das sich von dem der Urethra durch seine geringere Durchsichtigkeit und ferner dadurch unterscheidet, dass die obersten Zellen stärker abgeplattet und mit einander verschmolzen sind; die Kerne dieser Zellen sind alle stäbchenförmig. — In den mittleren Lagen sind sehr gut ausgebildete Riffzellen vorhanden, und die tiefsten Zellen sind palisadenartig aneinander gereiht, cylindrisch.

Die Schleimhaut ist reich an elastischen Fasernetzen und besitzt dicht nebeneinander stehende, kegelförmige einfache oder getheilte Papillen, welche beim Erwachsenen deutlicher entwickelt sind als beim Neugeborenen.

Die Nerven sind an der Glans sehr zahlreich und endigen nach Kölliker mit Krause'schen Endkolben in den Papillen.

Am Praeputium finden wir im Allgemeinen denselben Bau wie an der Haut. Das Epithel des inneren Blattes nähert sich jedoch seinem Aussehen nach dem geschichteten Pflasterepithel.

An der Haut des Penis, so wie am äusseren und inneren Blatte des Praeputium sind Talgdrüsen vorhanden. An letzterem Orte sind sie oval und betragen im Längendurchmesser bis 0,6, im queren bis 0,35 Mm.

Sie erstrecken sich, indem sie zugleich an Grösse und Zahl ihrer Ausbuchtungen abnehmen, bis auf die Corona glandis, glandulae. Tysonianae. Beim Neugebornen sind sie sowohl am inneren als auch äusseren Blatte des Praeputiums reichlich und gut entwickelt, beim Erwachsenen ist ihr Vorkommen in einzelnen Fällen schwer zu constatiren. An der Glans penis fehlen Talgdrüsen im Allgemeinen, doch wurden solche einfache Formen von Schweigger-Seidel einmal an der Spitze der Glans gesehen. Dem Baue nach gleichen die Drüsen der Vorhaut den Talgdrüsen der Haut von anderen Stellen vollkommen.

Die Säugethiere besitzen alle einen von der Urethra durchbohrten Penis; bei Vögeln findet sich ein wirklicher Penis nur bei Struthionen, einigen hühnerartigen und mehreren Schwimmvögeln.

Unter den Amphibien kommt den Schildkröten ein einfaches, Schlangen und Eidechsen ein doppeltes Begattungsorgan zu.

Der Penis der Vögel und Amphibien ist nicht durchbohrt, sondern besitzt blos eine Rinne für den abfliessenden Samen (Leydig).

Am Penis der Säugethiere sind Corpora cavernosa ziemlich allgemein verbreitet, bei Vögeln liegt entweder nur um den Penis herum ein cavernöses Gewebe oder es befindet sich im Innern desselben (Struthio).

Die meisten Amphibien besitzen Schwellgewebe und zwar umgiebt dies entweder scheidenförmig den Penis (Saurier) oder ist im Penis und der Glans allenthalben gut entwickelt (Schildkröten und Krokodile).

Bei vielen Säugethieren kommen im Penis Knochenplatten vor. So liegt beispielsweise beim Kater an der Spitze der Glans über der Urethra eine kurze Knochenplatte, welche nach hinten gegen die Corona glandis einen kleinen, rundlichen Knorpelkern über sich hat. Um die Knochenplatte und den Knorpelkern erstreckt sich im Halbkreise das Corpus cavernosum glandis.

Statt der Corpora cavernosa penis findet sich beim Kater ein von einer derben Albuginea umschlossener und durch Bindegewebsbalken in Fächer abgetheilter, fettzellenhaltiger Polster. Zur Seite dieses Polsters erstreckt sich von unten her eine schwache Schichte grosser Venen, die mit einander plexusartig anastomosiren.

B. Weibliche.

I. Labia pudendi. An den grossen Schamlippen finden wir alle Elemente der Haut wieder.

Ein von der Tiefe radiär gegen die Peripherie der grossen Schamlippen vordringendes Bindegewebsbalkenwerk bildet die Grundlage derselben. In der Tiefe ist das Maschenwerk locker — subcutanes Gewebe; gegen die Epidermis zu wird es derber, dichter — Cutis.

Im lockeren Antheile sind Fettzellengruppen, grosse Gefäss- und Nervenstämme zahlreich vorhanden, auch Schweissdrüsen und Haarbälge

sind reichlich entwickelt. Talgdrüsen sind ihrer Grösse wegen — bis 0,5 Mm. Durchmesser — ausgezeichnet und auch dadurch, dass einzelne frei an der Oberfläche ausmünden.

Zunächst der Oberfläche liegen ziemlich dichte Netze elastischer Fasern der Fläche nach ausgespannt, welche glatte Muskelfasern regelmässig eingestreut enthalten (Henle). — In Bezug auf Papillen, Nerven, Pacinische Körperchen und Gefässe verhalten sich die grossen Schamlippen wie andere Stellen der Haut.

Gegen die Umschlagsstelle auf die kleinen Schamlippen zu wird die Epidermis etwas durchsichtiger; ihre obersten Zellen sind noch eng miteinander verschmolzen, nichtsdestoweniger lassen sich schon stäbchenförmige Kerne in ihnen nachweisen.

Auf den kleinen Schamlippen selbst treffen wir bereits ein schönes, geschichtetes Pflasterepithel, dessen tiefste Zellen in vielen Fällen schon beim neugebornen Kinde um den rundlichen Kern herum Pigmentkörnchen enthalten.

Die auf das Epithel folgende Schleimhaut besitzt an ihrer Oberfläche dicht stehende, kegelförmige, oben aufgetriebene, gefässhaltige Papillen.

Das Schleimhautgewebe ist fettlos und enthält in den Bindegewebssträngen auch glatte Muskelfasern. Das Gerüste der Schleimhaut zeigt dieselbe Anordnung, wie an den grossen Schamlippen; von der Tiefe dringt ein mächtiges Balkenwerk gegen die Peripherie, welches maschenartig angeordnet ist. Talgdrüsen ohne Haare finden sich an den kleinen Schamlippen bis an die innere Seite derselben; sie sind kleiner — 0,2 Mm. — als an den grossen Schamlippen und werden beim Neugebornen noch nicht angetroffen.

Die aus den Aesten der Labialis posterior hervorgehenden Zweige dringen in die Papillen als einfache Schlingen mit geschlängeltem Verlaufe ein.

Die Capillaren bilden an der Oberfläche und in der Tiefe der kleinen Schamlippen Netze, aus denen ein Netz feiner Venen hervorgeht; dieses letztere erscheint überall von dem capillaren Netze durchzogen (Gussenbauer). Die Nymphen besitzen demnach wie die Glans clitoridis ein erectiles cavernöses Gewebe (Gussenbauer).

II. Clitoris und Vestibulum. Die Schleimhaut, welche als Praeputium und Frenulum clitoridis mit den Labia minora und der Schleimhaut des Vestibulum direct zusammenhängt, ist in Bezug auf Epithel, Schleimhautgewebe, Papillen und Nerven den kleinen Lippen ganz analog gebaut.

An der Clitoris überzieht die Schleimhaut die Corpora cavernosa und die Glans clitoridis, welche mit den beiden Bulbi vestibuli in Verbindung steht. Letztere entsprechen dem gespaltenen Corpus cavernosum urethrae des Mannes.

Die Corpora cavernosa clitoridis, sowie die Bulbi vestibuli sind auch hier von einer fibrösen Hülle eingeschlossen und stellen auch beim Weibe grosse,

venöse Geflechte dar, zwischen welchen überall reichlich glatte Muskelfasern angetroffen werden. Sie gleichen übrigens den betreffenden Theilen des Mannes und stehen auch hier mit den Gefässschlingen der Papillen in directem Zusammenhang. — GUSSENBAUER hat in seiner erschöpfenden Darstellung der Gefässvertheilung in den äusseren, weiblichen Genitalien die schon seit lange angenommene Analogie der Corpora cavernosa penis mit der Clitoris durch Constatirung folgender Punkte bestätigt:

1. Die kleinen Arterien ergiessen ihr Blut gegen die Clitoriswurzel zu unmittelbar in grössere Venen.

2. Im feineren Venennetze findet gegen die Oberfläche hin eine Aufnahme arteriellen Blutes durch feine arterielle Zweigchen statt.

3. Das capillare Netz unter der Oberfläche, in welches sich vorzugsweise die Arterien gegen das vordere Ende auflösen, vermittelt durch das mit ihm zusammenhängende, feinere Venennetz den Uebergang in das grobe Schwellnetz.

Das Schwellnetz des Bulbus vestibuli ist dem der clitoris analog gebaut. Die äussere Oberfläche des Bulbus wird von einem groben, die innere von einem feinen Venennetze gebildet; durch das letztere gehen die Venen hindurch, welche sich im submucösen Gewebe der Urethra und des Vestibulum mit dem Venennetze verbinden, das über der vorderen Wand der Vagina bis zur Harnblase verbreitet ist (GUSSENBAUER).

Die abführenden Venae profundae stehen zur Rindenschichte des Schwellkörpers in demselben, für das Zustandekommen der Erection wichtigen Verhältnisse, wie am Penis. — Gleichfalls wichtig für die Erection ist das Verhältniss der abführenden Venen zu den Musculi bulbo- und ischio-cavernosi, diese letzteren bewirken nämlich bei ihrer Contraction eine Compression der abführenden Venen der Corpora cavernosa clitoridis und des Bulbus vestibuli.

Die Pars intermedia — das ist ein Venenconvolut, welches aus der hinteren Fläche der Clitoris hervortritt, stellt die Vermittelung her zwischen Corpus carvernosum clitoridis, dem Bulbus, Nymphen, Frenulum und Glans clitoridis (GUSSENBAUER).

Die Schleimhaut des Vestibulum ist mit vielen Falten besetzt. An der Oberfläche der Schleimhaut münden zahlreiche Schleimdrüsen; sie sind unregelmässig über die Oberfläche des Vestibulum verbreitet und kommen nur am Orificium urethrae und Introitus Vaginae gedrängt vor. Sie stellen verzweigte, an ihren tieferen Theilen mit mehreren Ausbuchtungen versehene Schläuche dar, welche überall mit einem einschichtigen Cylinderepithel ausgekleidet sind; nur in die Mündung setzt sich das geschichtete Pflasterepithel der Oberfläche fort. — Die Grösse der Drüsen schwankt zwischen 0,5 bis 2,5 Mm.

Die zur Seite des Introitus vaginae ausmündenden Bartholini'schen Drüsen gleichen in ihrem Baue vollkommen den Cowper'schen Drüsen des

Mannes. Sie sind längsoval, liegen am hinteren Rande des Diaphragma urogenitale und stehen mit den Dammmuskeln in inniger Beziehung; sie werden von diesen mehr oder weniger umzogen und es dringen auch einzelne Muskelbündel zwischen die Drüsenläppchen ein. Besonders gilt dies vom Musculus bulbo-cavernosus.

Der Längsdurchmesser der Drüse beträgt 15—20 Mm., der Ausführungsgang ist 15—20 Mm. lang, seine Wand ist 0,2 Mm. und sein Lumen 1—3 Mm. mächtig (HENLE).

Der Ausführungsgang ist ausser an dem Mündungstheile, wo sich geschichtetes Pflasterepithel findet, sonst überall mit cylindrischem Epithel ausgekleidet. Nach mehrfacher Theilung ist er mit zahlreichen halbkugeligen oder ovoiden Ausbuchtungen — Acini — besetzt. Diese Acini sind ebenso, wie die der Cowperschen Drüsen beim Manne, mit einem kürzeren oder längeren, cylindrischen Epithel ausgekleidet.

Die Blutgefässe der Schleimhaut bilden in der Nähe der Oberfläche Netze, die mit den Schlingen der Papillen im Zusammenhang stehen.

Die Nerven sind als markhaltige Fasern (Sympathicus und Nervi pudendi) besonders in der Schleimhaut der Glans zahlreich anzutreffen.

An diesen Nerven wurden auch Krause'sche Endkolben und Pacini'sche Körperchen gesehen.

III. Hymen und Vagina. Am Introitus vaginae bildet die Schleimhaut eine Duplicatur — das Hymen. Das Epithel desselben ist ein geschichtetes Pflasterepithel von nahezu derselben Dicke wie im Vestibulum 0,3—0,5 Mm. Die zarte, an Blutgefässen und Nerven reiche Schleimhaut ragt mit dicht nebeneinander stehenden 0,2—0,3 Mm. langen, kegelförmigen, getheilten und ungetheilten Papillen in das Epithel hinein.

Die Schleimhaut der Vagina ist uneben, besonders in der Nähe des Introitus ad vaginam an der hinteren und vorderen Wand mit queren faltenartigen oder breiten, papillären Wülsten besetzt, welche reich an Capillarnetzen sind. Diese Wülste sind stellenweise an ihrer Oberfläche durch mehr oder weniger tief greifende Furchen zerklüftet und stellen also einen Complex verschieden grosser, breiter, freistehender und oben aufgetriebener Papillen vor.

Die Vaginalschleimhaut ist von einem etwa 0,6 Mm. dicken Pflasterepithel bekleidet, und besitzt als Grundlage ein an elastischen Fasern reiches Bindegewebe, von welchem aus die mit Gefässschlingen versehenen Papillen in das Epithel hineinragen.

Das submucöse Gewebe ist locker und enthält, wie weiter unten noch gezeigt werden soll, zahlreiche Gefässmaschen.

Auf die Schleimhaut und mit ihr zusammenhängend folgt die Muscularis; sie ist in zwei Schichten angeordnet — eine innere, viel stärkere, longitudinale

und in eine äussere circuläre. Beide enthalten auch schief verlaufende Bündel, die sich kreuzen und von einer Schichte in die andere eindringen.

Von der inneren Schichte dringen Muskelbündel auch in das submucöse Gewebe und von hier noch weiter in die Mucosa bis in die Papillen vor. Die Bündel der Muscularis sind durch ziemlich viel Bindegewebe getrennt, so dass diese nicht als zusammenhängende Muskellage erscheint.

Ausserhalb der Muscularis liegt eine Schichte lockeren Bindegewebes, an welches sich der äussere venöse Plexus anlegt. — Gegen den Fornix nehmen alle Schichten an Dicke ab. — Die feinere Blutgefässvertheilung in der Schleimhaut der Vagina ist folgende:

Die Arteria vaginalis dringt von hinten her in die Vagina ein und giebt, bevor sie noch in die Muskelhaut eintritt, Aeste für die vorderen und seitlichen Wände ab. Die arteriellen Aeste lösen sich, nachdem sie die Muscularis schief durchbrochen, theils in ein submucöses, capillares Netzwerk auf, theils dringen kleinere Zweige in die Papillen, und zwar im oberen Theile der Vagina als einfache, im unteren als mehrfache Gefässschlingen ein. Die capillaren Gefässschlingen laufen bei den zusammengesetzten Papillen nach mehrfachen Anastomosen zu einem Netze zusammen, aus dem das central in der Papille gelegene venöse Gefäss hervorgeht. — In den Wülsten kommen zahlreiche, mächtige Venen vor, welche plexusartig zusammenhängen, sowie glatte Muskelfasern, die, wie oben erwähnt wurde, aus der Muscularis abstammen. Dieser Venenplexus kann deshalb für ein cavernöses Gewebe gehalten werden (Gussenbauer).

Die in die submuscosa eintretenden, venösen Gefässe bilden nach der Längsaxe der Vagina ausgezogene Maschen. Diese Venen vereinigen sich zu stärkeren Aesten, welche die Muscularis durchsetzen und den Plexus vaginalis zusammensetzen. In den Wänden des Plexus venosus vaginalis findet sich dieselbe trabeculäre Anordnung wie in anderen Schwellorganen.

Die Vaginalschleimhaut ist mit Lymphgefässen und Nerven reichlich versehen; über ihre feinere Verzweigung ist wenig bekannt. In den aus markhaltigen Fasern bestehenden Stämmen finden sich vereinzelte und Gruppen von Ganglienzellen; das letztere ist besonders an den Stellen der Fall, wo zwei oder mehrere Stämme zusammenkommen. Die Ganglienzellen sind ebenso, wie diess bei den männlichen Genitalien erwähnt wurde, von zweierlei Grösse.

IV. Urethra. Das Epithel, welches die Schleimhaut der Urethra bekleidet, ist in den obersten Abschnitten ein geschichtetes Uebergangsepithel: die obersten Zellen sind keulenförmig, kurz cylindrisch, dann nehmen sie gegen die Tiefe an Höhendurchmesser ab, so dass nur mehr rundliche und pflasterförmige Zellen angetroffen werden.

In den unteren Abschnitten ist ebenso wie im Vestibulum und in der Vagina ein geschichtetes Pflasterepithel. Die Dicke des Epithels nimmt gegen das Orificium zu.

An der Schleimhaut lassen sich zwei nicht scharf von einander getrennte Partien unterscheiden: eine innere — Mucosa — mit zahlreichen in das Epithel hineinreichenden Papillen und eine äussere — Submucosa; in dieser letzteren liegt das aus einem mächtigen Venennetze gebildete cavernöse Gewebe. — Die Dicke der Mucosa beträgt beiläufig 0,13 Mm., die des submucösen Gewebes das Fünffache und noch mehr.

Das Gewebe der Mucosa erscheint an zahlreichen Stellen mit Lymphkörperchen ähnlichen Zellen infiltrirt, ja oft ist diese Infiltration so mächtig, dass die Mucosa nur aus einem zarten Netzwerke besteht, das mit den zelligen Gebilden vollkommen erfüllt ist (conglobirte Drüsensubstanz nach Henle). An solchen Partien ist keine deutliche Grenze zwischen den Zellen der Mucosa und den tiefsten Epithelzellen wahrzunehmen.

Die Schleimhaut der weiblichen Urethra enthält ebenso wie die männliche Littre'sche Drüsen, die gegen das Orificium Urethrae häufiger sind, als in den oberen Partien.

Die Muskelhaut besteht im Allgemeinen aus einer inneren bis 1,8 Mm. dicken, zusammenhängenden Längsschichte, die nur glatte Muskeln enthält und aus einer äusseren, etwas stärkeren circulären Schichte. Diese circuläre Lage enthält nach innen glatte, nach aussen quergestreifte Fasern (Musculus urethralis). Die Bündel dieser Schichte liegen nicht so dicht beisammen, wie die der longitudinalen Muskelhaut.

Stellenweise kommt dann noch eine 0,2 Mm. starke, longitudinal verlaufende Schichte hinzu, in der ebenfalls nur glatte Muskelfasern anzutreffen sind. — Nach aussen wird die Muscularis von einer im Durchmesser fast 0,2 Mm. betragenden Fascia umgeben, welche aus welligen, parallel mit einander, prävalirend in circulärer Richtung verlaufenden Bindegewebsbündeln besteht. — Die innere longitudinale Muscularis ist vom submucösen Gewebe nicht sehr scharf abgegrenzt, da sie einerseits mit kleineren, auch im submucösen Gewebe longitudinal verlaufenden Bündeln glatter Muskelfasern in dieses letztere hineinragt, andererseits aber auch der Venenplexus des submucösen Gewebes stellenweise in die Muscularis eingebettet ist.

Die Venennetze des submucösen Gewebes sind ebenso, wie der Plexus vaginalis den cavernösen Geweben beizuzählen.

Bei Säugethieren ist die Scheide wie beim Menschen drüsenlos.

Die Clitoris mancher Säuger enthält ebenso wie der Penis Knorpel oder Knochenplatten und Pacinische Körperchen.

Bei Fischen, Amphibien und Reptilien kennt man bis jetzt keine äusseren weiblichen Genitalien.

Die Schleimhaut der Cloake flimmert bei Triton sowie bei einigen Larven von Batrachiern (Salamandra maculata, rana) (Leydig).

Literatur-Verzeichniss.

A. Zu den männlichen.

Arnold, Phys. II. Abth. 3. p. 113.
——, Handbuch der Anatomie. Bd. II. Abth. 1. p. 247.
Barrow, Anatom. Untersuchungen über die Harnblase. Breslau 1858.
Béclard, Eléments d'anatomie générale. Paris 1852.
Burckhardt, Froriep's Notizen neue Folge VI. p. 118.
Cowper, Myotomia reformata. London 1694. p. 228.
Duverney, Oeuvres anat. Paris 1706. p. 72.
Fick, Ueber das »Vas deferens«. Müllers Archiv 1856. p. 473.
Gerlach, Gewebelehre. p. 387.
Giraldès, »Recherches anatom. sur le corps innom.« Journal de la Physiol. IV. 1.
Gubler, »Des glands de Mery et de leurs maladies«. Paris 1849.
Haller, Elementa physiolog. Laus. 1778.
Henle. Handbuch der systematischen Anatomie des Menschen. Splanch. p. 365.
Herrenrath, Bejdrage tot de Kennis van den bouw en de verrigting der vesicul. seminal. Amsterdam 1858.
Huschke, Splanchnologie. p. 404.
Hyrtl, Oesterreichische Jahrbücher 1838, XIX. p. 349.
——, Oesterreichische Zeitschrift für prakt. Heilkunde 1859, No. 49.
Jarjavay, Recherches sur l'urètre de l'homme. 1856.
Kobelt, Die Wollustorgane des Menschen. Freiburg, 1844. p. 14.
Kohlrausch, Anatomie und Physiologie der Beckenorgane, p. 54.
Kölliker, Ueber die glatten Muskelfasern der Harn- und Geschlechtsorgane. Zeitschr. für wissensch. Zoologie 1.
——, Mikroskopische Anatomie I. p. 184.
——, Gewebelehre, 5. Aufl. p. 535.
——, Die cavernösen Körper der männlichen Sexualorgane. Verhandlungen der Würzburg. med. phys. Gesellschaft 1851.
Krause, Müllers Archiv, 1837. p. 31.
C. Krause, Wagner's Handwörterbuch II. p. 127.
Lacauchie, Traité d'hydrotomie. Paris 1853.
Langer, Ueber das Gefässsystem der männlichen Schwellorgane. Sitzungsber. der Wiener Akademie der Wissenschaften. 46. Band. p. 120.
Leuckart, Vesicula prostatica in Todd's cyclopaed. P. LXII. p. 1415.
Leydig, Histologie des Menschen und der Thiere. Hamm 1857. p. 496.
Littre, Mém. de l'acad. des sciences 1700.
Chr. Lovén, Ueber Erweiterung von Arterien durch Nervenerregung. Aus dem physiol. Institut zu Leipzig 1866. p. 104.
Luschka, Anatomie II.
H. Meckel, Zur Morphologie der Harn- und Geschlechtswerkzeuge. Halle 1848, p. 58.
Morgagni, Advers. anatom. Venet. 1762. p. 7.
J. Müller, Dessen Archiv. 1835. p. 202.
Rouget, Journal de la Physiolog. I. p. 326.
Sappey, L'urètre de l'homme. 1854. p. 78.
Schweigger-Seidel, Anatomische Mittheilungen, Virchow's Archiv. 37. Bd. p. 219.
Segond, Anatom. générale. Paris 1854.
G. Simon, Müllers Archiv. 1844. p. 1.

Tomsa, Sitzungsber. der k. Akad. d. Wissensch. in Wien. 1865. Bd. 51.
Valentin, Repert. I. 78.
——, Müller's Archiv 1838. p. 182.
——, Wagner's Handwörterbuch I. p. 789.
Vines Ellis, Medico-chirurg. transact. 39. p. 327.
E. H. Weber, Zusätze zur Lehre vom Bau und den Verrichtungen der Geschlechtsorga Leipzig 1846.
M. J. Weber, Anatomie II. 585.

B. Zu den weiblichen äusseren Genitalien.

Arnold, Anatomie II. 1. p. 209.
Gegenbaur, Grundzüge der vergleichenden Anatomie. Leipzig 1870. p. 883 u. ff.
C. Gussenbauer, Ueber das Gefässsystem der äusseren weiblichen Genitalien. Sitzun berichte der Wiener k. k. Akademie der Wissenschaften, Juliheft 1869.
Henle, Splanchnologie p. 334.
Huber, De vagin. uter. struct. rugosa. Göttingen 1742.
Huguier, Ann. des scienc. nat. 3. sér. XIII. p. 239.
Kobelt, a. a. O. p. 55.
Kohlrausch, a. a. O. p. 63.
Kölliker, Gewebelehre. p. 567.
F. Leydig, Histologie des Menschen und der Thiere. Hamm 1857. p. 519.
Luschka, Die Muskulatur am Boden des weibl. Beckens. Wien 1861.
Martin und Leger, Arch. général. 1862. p. 59.
Schweigger-Seidel, Anatomische Mittheilungen. Virchows Archiv. 37. Bd. p. 219.
Uffelmann, Zeitschrift für rationelle Medicin. 3. R. XVII. p. 254.